Phys. sp.
708
n

Briefe
an
meine jungen Freunde
über
Naturkunde.

Ein
Lesebuch zum Selbstunterricht.

Mit
deutlichen und erklärenden Abbildungen
der vorzüglichsten
Werkzeuge, Maschinen und Instrumente,
die
beim Vortrage der Physik
gebraucht werden.

Von
Friedrich Wadzeck,
Königl. Professor der Experimentalphysik, der Naturbeschreibung, der deutschen Literatur, und Bibliothekar am adeligen Kadetten-Corps in Berlin, auch Bibliothekar des Ober-Collegii-Medici und Sanitatis.

Berlin, 1806.
Auf Kosten des Verfassers.

Bayerische Staatsbibliothek München

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Den

allerdurchlauchtigsten, großmächtigsten und geliebtesten Beherrschern

der

Russischen und Preußischen Staaten,

Alexander und Friedrich Wilhelm,

den

Stiftern des Friedens,

den Beschützern der Wissenschaften,

den Freunden der Menschheit,

auf

besondere allerhuldreichste Erlaubniß

allerunterthänigst treu gehorsamst zugeeignet

von

dem Verfasser.

Vorrede.

Es sind nun bereits eine Reihe von Jahren verflossen, daß ich an einem Militair-Institute arbeite, aus dem jährlich eine Anzahl der jungen Vertheidiger des Vaterlandes, der künftigen Stützen des erhabenen Thrones unsers gerechten Monarchen, hervorgehen. Gegenseitige Liebe und Anhänglichkeit, der rege Wunsch, auch denen nun schon in der Armee angestellten Offizieren nützlich zu werden, ließen mich den Entschluß fassen, einen Theil dieses meines Unterrichts in der möglichsten Vollständigkeit, Deutlichkeit und Ausführlichkeit auf meine eigene Kosten drucken zu lassen, und meinen Kadetten als ein Andenken an ihren Lehrer mitzugeben, und zugleich dadurch die, selbst in den entlegensten Provinzen unsers Staates befindlichen jungen Offiziere, in den Stand zu setzen, sich einen Unterricht in's Gedächtniß zurück zu rufen, den sie einst in dieser zweckmäßigen Vorbereitungsanstalt mit so lebendiger Anstrengung benutzten, und der, neben seiner allgemein anerkannten Nützlichkeit, auch des Angenehmen und Herzerhebenden so viel besitzt.

Mitten in der Ausführung dieses meines Entschlusses hatte das Berlinische Kadetten-Institut die hohe Ehre, daß nicht allein sein geliebter Monarch, der großmüthige Vater dieses seines zum Theil verwaiseten Adels, es mit einem allerhöchsten Besuch beglückte, sondern daß auch Sein hoher Freund, Rußlands allgeliebter Monarch, die Freude Seines Jahrhunderts, uns mit Seiner allerhöchsten Gegenwart

erfreuete, und die schwachen Versuche der Kadetten und ihrer Vorgesetzten, unter der trefflichen Leitung ihres Kommandeurs, des Herrn Obersten von Lingelsheim, mit Gnade und Herablassung zu bemerken geruhete. Ich faßte daher den kühnen Entschluß, dies Werk, dessen Tendenz keine andere ist, als Unterricht in dem, was die erhabene Natur dem Menschen darbietet, zu befördern, der allerhöchsten Gnade beider geliebten Monarchen demüthig zu empfehlen, und bat um die allerhöchste Erlaubniß, es Beiden zueignen zu dürfen. Mit Huld gestand mir nicht allein mein gütiger Monarch diese kühne Bitte zu, sondern auch Rußlands humaner Beherrscher hatte die Herablassung, mir gleiche allerhöchste Gnade zu gewähren.

Auf diese Art kann dies Werk zugleich dazu dienen, das Andenken jenes erfreulichen Besuches zu erhalten, und ein Beweis seyn, wie selbst im ungeheuersten Drange der Zeitumstände zwei große Monarchen es der Mühe werth fanden, Ihren Blick auch auf eine edle, hoffnungsvolle Jugend zu richten. Gewiß nur dann, wenn, so wie hier, Milde und Herablassung die Thronen der Regenten schmücken, wenn das Edle, Schöne und Gemeinnützige von ihnen geliebt, wenn die Beherrscher, zugleich die wohlthätigen Beschützer der Menschheit, das Auge auf Jedes, auch auf das kleine Verdienst richten, und mit immer reger Gnade es bemerken, — dann blühen Tugend und Eifer für Wissenschaft und Vaterlandsliebe, dann kämpft der edle Unterthan für seines edleren Regenten Zufriedenheit, dann ringt er durch Thaten sich der Huld seines Monarchen werth zu machen.

Erster Brief.

Geliebte Jünglinge,

Es sind nun bereits siebenzehn Jahre, daß ich mich mit dem Unterrichte in der Naturkunde beschäftige, unter welche ich nicht allein die eigentliche so genannte Naturlehre, sondern auch die Naturbeschreibung, die man fälschlich Naturgeschichte nennt, verstehe; mit einer Wissenschaft, die des Angenehmen, Unterhaltenden, Nützlichen und Belehrenden so viel besitzt, daß sie gewiß mit jeder andern Wissenschaft die Vergleichung auszuhalten im Stande ist.

Schon weit über tausend Jünglinge, jezt zum Theil in den ehrenvollsten Aemtern, Gott gebe Jedem derselben Freude, genossen diesen meinen Unterricht, und die Ueberzeugung, daß sie mit Fleiß, Eifer und Vergnügen es thaten, macht das Glück meines Lebens. Auch Sie, meine guten Jünglinge, bewiesen mir so viel Stätigkeit, so viel anhaltende Aufmerksamkeit und Fleiß, daß ich ohne Gefühl seyn müßte, wenn ich es nicht bemerken, wenn ich Sie nicht mit der ganzen Herzlichkeit eines treuen Lehrers dafür lieben sollte. Ich kann daher auch nicht länger säumen, Ihnen von dieser Liebe den von Ihnen geforderten Beweis zu geben, diese meine an Sie gehaltenen Vorträge über Naturkunde, als ein Andenken Ihnen in Ihre künftige Verhältnisse mitzugeben. Nützlicher wird Ihnen die Durchlesung dieser Blätter, die nach und nach das Ganze der Naturkunde umfassen

sollen, gewiß werden, als jede andere leichte Lektüre, deren Werth in gewisser Hinsicht dahin gestellt bleibe, der aber doch mit dem der Naturkunde in keinem Verhältnisse steht.

Sie, die Naturkunde, ist es, die jedem Menschen, er mag sich der Gelehrsamkeit, den Waffen oder jeder andern Beschäftigung widmen, sehr wichtige Vortheile verschafft; denn da von den Körpern, mit welchen wir umgeben sind, theils die Erhaltung unsers Lebens, theils die Empfindung unsers Wohlseyns und die Beförderung unsers Vergnügens abhängt, und da uns ein unweiser, unrichtiger Gebrauch derselben leicht in die äußerste Gefahr stürzen kann, so bedarf es wohl keines Beweises, daß eine genaue Kenntniß von den Eigenschaften und Wirkungen der Körper nicht nur dem Gelehrten, sondern auch denjenigen, welche sich zu dem edlen Stande der Vertheidiger des Vaterlandes bestimmten, und überhaupt Jedem, der auch nicht gerade Gelehrsamkeit sich zur eigentlichen Beschäftigung wählte, überaus nützlich seyn muß. Es ist auch unmöglich anders, als daß die Natur die Aufmerksamkeit des gebildeten Menschen jeder Klasse beschäftigen muß, weil sie es ist, die ihn überall umgiebt. Täglich, stündlich wandeln wir ja Alle unmittelbar unter den Werken des weisen, großen und guten Schöpfers, die er mit freigebiger Hand rund um uns her verbreitet hat. Wir leben, weben und sind in denselben, durch jeden Sinn strömen uns ihre Wirkungen zu, wir nähren uns von ihnen, wir üben an denselben unsere Kräfte, sie füllen unser Herz mit Freude und Dankbarkeit, wir selbst sind am Ende Theile von dem großen Gebiete der Schöpfung. Und der Mensch, der auf Bildung Anspruch macht, der sich über den undenkenden, unglücklichen Thiermenschen erheben will,

sollte nicht in sich den Wunsch empfinden, dies Alles, was ihn umgiebt, was ihn beglückt nnd erfreut, oder seine Ruhe und Vergnügen durch unweisen Gebrauch stören kann, näher kennen zu lernen? den dichten Schleier, der uns Manches verbirgt, zurückzuschlagen, und so seinen Blick an den Schönheiten, die er versteckt, mit schuldlosem Vergnügen zu weiden?

Freilich wissen wir nur wenig. Es gehörten Jahrhunderte dazu, ehe es großen, denkenden Männern gelang, die Natur ein oder das andere Mahl in ihrer geheimen Werkstätte zu belauschen. Doch ist es dem rühmlichen Fleiße der Neuern gelungen, manches Räthsel aufzulösen, das von unsern Vätern entweder für unauflöslich gehalten wurde, oder bei dem sie sich mit sehr unstatthaften Erklärungen begnügten; und gerade dies ist ein entschiedener Vorzug der Zeiten, in welchen Sie, meine guten Jünglinge, geboren wurden. Glückliche Entdeckungen, vorzüglich im Gebiete der Chymie, von denen unsere Vorfahren nichts wissen konnten, und von denen Sie das Nähere, bei jedem einzelnen Zweig der Naturkunde, aus den Schriften dieser großen Männer erfahren sollen, sezzen uns in den Stand, mehr zu leisten, manche Erscheinungen oft mit wenig Mühe, Anstrengung und Zeit richtig zu erklären, die ihnen, bei dem angestrengtesten Fleiße, nach Jahre langem Forschen unerklärlich blieb. Lassen Sie uns indessen darauf nicht stolz seyn, und diese Männer, die eisernen Fleiß mit Beharrlichkeit verbanden, geringschäzzen. Es ist weit leichter für den weiter zu sehen, der sich auf die Schultern des Andern stellt. Nur dadurch, daß wir die Entdeckungen dieser Männer benuzten, gelang es uns, sie zu erweitern und neue Resultate herbeizuführen.

Damit wir uns indessen gleich anfangs verständigen und Sie wissen können, was Sie in diesen Briefen über Naturkunde zu erwarten haben, so gebe ich Ihnen hierdurch das Versprechen, daß diese Briefe Ihnen einen vollkommenen Ueberblick über das große Gebiet der Naturkunde gewähren werden. Doch sollen sie nur eine General-, nicht Specialkarte seyn; eine Karte, wo auf einem Bogen alle Theile der Welt vorgestellt sind, auf welchen man also nur die bedeutenderen Städte und Flüsse suchen muß. Nicht eine durchaus erschöpfende Beschreibung der gesammten Natur, ihrer Kräfte und Wirkungen, sondern einen nach Möglichkeit vollständigen, nach einem sehr genauen Plan geordneten Auszug des allgemein Belehrenden und Nützlichen aus derselben, sollen diese meine Briefe enthalten. Sie sollen, und das ist mein höchster Wunsch, als ein untrüglicher, bestimmter Wegweiser von denen gebraucht werden können, die sich zu einem geflissentlichen Studium dieser edelsten der Wissenschaften geneigt fühlen, denen es aber vielleicht ohne die dazu gehörigen Vorkenntnisse zu mühsam werden würde, sich in großen, bedeutenden Schriften über Naturkunde, an denen wir keinen Mangel haben, Raths zu erholen. Da ich diese Briefe zunächst für Jünglinge, vorzüglich des Militairstandes, bestimme, so werde ich in dieser Hinsicht gewiß die größern Gesichtspunkte berühren, aus denen man bisher die verschiedenen Theile der Schöpfung betrachtete; werde jede Bemerkung mit Beobachtungen, Wahrnehmungen und Erfahrungen erläutern, unterstützen und bestätigen, diejenigen Werkzeuge, Instrumente und Maschinen, die dazu dienen können, diese Wirkungen im Kleinen nachzuahmen, und die Versuche selbst mit denselben nicht allein nennen und erklären, sondern auch durch zweckmäßige,

im Text eingedruckte, Holzschnitte noch mehr versinnlichen, und so für allgemeine Verständlichkeit und praktischen Gebrauch sorgen. Nur auf diese Art wird, wie ich fest glaube, das Studium der Natur ein interessantes Studium, wird Nahrung für den Verstand, erfüllt das Herz mit den wohlthätigsten Gefühlen, und vermehrt den Genuß wirklichen Wohlseyns.

Wenn übrigens eine Wissenschaft, die den Verstand schärft, während sie die unverdorbene, durch Romanenlektüre nicht erhitzte Einbildungskraft des Jünglings beschäftigt; wenn eine Wissenschaft, die uns unwidersprechlich das Daseyn eines weisen, großen, allmächtigen und gütigen Urhebers der Welt lehrt, uns Beweise dieses Daseyns, dieser Allmacht, Weisheit und Güte giebt, und uns für dieselbe heilige Verehrung und Bewunderung abnöthigt; wenn eine Wissenschaft, die eine abgesagte Feindin alles Aberglaubens und der daraus entspringenden thörigten und unrühmlichen Furcht ist, diesen Aberglauben in sich selbst vernichtet, da sie uns die Unmöglichkeit so mancher Mährchen und Thorheiten, die in der Unwissenheit von den natürlichen Dingen ihren Ursprung haben, unwiderruflich beweiset; wenn eine Wissenschaft, die uns hinlängliche Kenntniß von den Dingen giebt, die zur Bequemlichkeit, zum Vergnügen des Lebens gereichen, und denen die uns, ihrer Natur nach, schaden können; wenn eine Wissenschaft alles dies und noch weit mehr bewirkt, so bedarf es wohl keines weitern Beweises, daß Naturkunde eine der ersten, wichtigsten und angenehmsten Wissenschaften für jeden Gebildeten ist. Erlauben Sie, daß ich hier schließe, und nehmen Sie die Versicherung der ungetheilten Herzlichkeit

Ihres

Sie liebenden Lehrers.

Zweiter Brief.

Meine Freunde,

Da Sie sich in den Jahren befinden, wo es unrühmlich seyn würde, wenn man nicht über dasjenige nachdenken wollte, was man lieset, so fürchte ich nicht Ihre Geduld zu ermüden, wenn ich, ehe noch der eigentliche Vortrag über einen einzelnen Theil der Naturkunde beginnt, einen eignen und gerade diesen zweiten Brief dazu bestimme, einige Begriffe festzustellen und Erklärungen von solchen Wörtern zu geben, deren ich mich häufig bedienen muß, damit ich überzeugt bin, daß Sie, meine guten Jünglinge, und ich, unter einerlei Wort auch einerlei Begriffe verbinden. So theilt man die gesammte Naturwissenschaft in die historische, mathematische und philosophische; die erste beschäftigt sich mit der Aufzählung, Benennung und Beschreibung der allgemeinen Stoffe und besondern Körper, und sollte besser die beschreibende genannt werden, die zweite begreift die Größe und macht den gründlichsten Theil der Physik aus, die dritte bezieht sich auf die Beschaffenheit der Natur, auf die Entdeckung der Naturgesetze, auf die Erklärung der Erscheinungen aus diesen Gesetzen, und die Erforschung der Triebfedern und Ursachen derselben. Diese letztere ist noch sehr mangelhaft. Unter dem Worte Natur versteht man, im allgemeinsten und weitläuftigsten Verstande, den Inbegriff aller Eigenschaften der Dinge. Im engern Sinne

wird es bloß auf die materielle Welt eingeschränkt, und zeigt alsdann den Inbegriff aller Eigenschaften der Körper an. Auf diese Bedeutungen beziehen sich die Benennungen: Naturlehre, Naturgesetze u. s. w. **Eigenschaften** eines Dinges oder Körpers sind dasjenige, was ihn fähig macht, die Wirkungen zu äußern, die man bei ihm wahrnimmt. Da von den Eigenschaften der Körper ihre Kräfte und Wirkungen abhängen, so nennt man alles, was diesen Gesetzen gemäß erfolgt: natürlich, was mit ihnen streitet: unnatürlich, und übernatürlich denjenigen Erfolg, der von den gewöhnlichen Gesetzen der Natur abweicht. Ehe man aber zu der Erklärung einer Erscheinung die außerordentliche Einwirkung höherer Wesen außer der Körperwelt annimmt, muß man vor allen Dingen erst von der Erscheinung selbst historisch gewiß seyn, und dann jede Erklärung aus bekannten oder uns noch unbekannten Naturgesetzen unmöglich seyn. Auf diese Art verschwindet alles, was Unwissenheit und Täuschung für übernatürlich gehalten hat, und es bleiben in der Körperwelt nur natürliche Erfolge übrig. Unter dem Worte natürlich begreift man indessen auch diejenigen Dinge, welche die Natur ohne unser Zuthun hervorbringt, und der Gegensatz dieses Wortes ist in dieser Bedeutung: das Künstliche. Es ist oft sehr schwer, natürliche Körper von künstlichen (arte factis) zu unterscheiden. Die **Naturlehre** selbst, ist diejenige Wissenschaft, die uns die Natur oder die Eigenschaften der Körper kennen lehrt; sie ist die Lehre von der Natur der Körperwelt; sie zeigt uns die Kräfte und Wirkungen der Körper. Man nahm dies Wort in den frühesten Zeiten in sehr weitläuftigem Sinn; sie umfaßte das ganze menschliche Wissen. Später aber hatte man ansehnliche Fächer

als besondere Wissenschaften von ihr abgesondert, weil auch das, was nun noch übrig blieb, ein großes Feld war. So sonderte man von ihr die Naturbeschreibung, die uns die natürlichen Körper unserer Erde in einer angemessenen Ordnung kennen lehrt, und die Chymie oder die Lehre von der Bearbeitung der Stoffe. Sie hatte zu der Zeit, da man die Physik wissenschaftlich zu bearbeiten anfing, noch kaum die Gestalt einer Wissenschaft. Auch schnitt man von ihr die mathematische Betrachtung der Gegenstände ab, und behandelte diese unter dem Nahmen der angewandten Mathematik als eigene Wissenschaft. Mechanik, Optik, Astronomie wurden auf diese Art von der Physik abgesondert. Es blieb ihr also nichts übrig, als die Lehre von den allgemeinen Eigenschaften der Körper, von den einfachen Stoffen, wofür man die vier Elemente der Aristoteliker annahm, von der Elektricität, dem Magnet und Lufterscheinungen. Das Ganze war dadurch Fragment geworden. Man sah dies bald ein, und zog, um Zusammenhang hervorzubringen, die Gegenstände der angewandten Mathematik wieder zur Physik; doch blieb Chymie völlig und ganz ausgeschlossen. Neuere Entdeckungen, die unstreitig zur Physik gehörten, aber ohne Chymie unverständlich waren, machten es nothwendig, nicht allein die Vorkenntnisse der Chymie, sondern auch die der Mineralogie, der Physik wieder beizugesellen. Indessen sind der Begriff und die Grenzen der Naturlehre dennoch unbestimmt und schwankend, da hierbei Alles der Willkühr des Lehrers und Schriftstellers überlassen bleibt. Eigentlich ist es wohl überhaupt noch zu früh, an eine genaue Klassification und Eintheilung der ganzen Naturwissenschaft zu denken. Wenn einst unsere Enkel zur vollkommnern Kenntniß

der Ursachen der Erscheinungen in der Natur gelangen, und im Stande seyn werden, die Naturgesetze als nothwendige Folge aus diesen Ursachen zu erweisen, dann erst ist es Zeit zu dieser Bestimmung.

Wahrnehmungen heißen Erscheinungen, deren wir uns bewußt sind; Beobachtungen sind Erfahrungen, welche wir, vermittelst unserer Sinne, an den Körpern anstellen, wenn wir dabei die Körper nur bloß in dem Zustande betrachten, in welchem sie sich von selbst und ohne unser Zuthun befinden. Versetzen wir sie in einen andern Zustand, um zu sehen, wie sie sich dabei verhalten werden, so heißen solche Unternehmungen: Versuche. So ist die Wahrnehmung, daß die Körper drücken oder schwer sind, eine Beobachtung, die Wahrnehmung aber, daß sie, unter Wasser versenkt, weniger drücken, ein Versuch. Beobachtungen haben große Vorzüge vor den Versuchen, weil der Experimentator nur das Resultat seiner Verbindungen, der Beobachter aber die Wirkungen der Natur selbst sieht. Durch Beobachtungen geleitet, entdeckte Newton seine erhabene Theorie. Es ist zwar mißlich und lächerlich, nach den im Kleinen angestellten Versuchen die großen Wirkungen der Natur beurtheilen zu wollen; dennoch sind sie nothwendig, um das, was die Erfahrung überhaupt lehrt, vollständig zu machen. Die **Versuche** sind entweder Forschungs- oder Bestätigungs- oder spielende Versuche. Die Forschungsversuche dienen, unbekannte Eigenschaften an einem Dinge zu entdecken, und sind allerdings die wichtigsten. Die Bestätigungsversuche sind minder wichtig; durch sie werden die schon durch die Vernunft erkannten Resultate bekräftigt und anschaulich gemacht. Spielende Versuche sind allenfalls zu entbehren; indessen

können sie doch zur Ergötzung und zur natürlichen Erklärung mancher Betrügereien und Blendwerke dienen. **Erfahrungen** sind die vermittelst unserer Sinne an den Körpern gemachten Wahrnehmungen. Auf ihnen beruht natürlich alles, was wir von den Körpern wissen, und sie machen den einzigen und soliden Grund der ganzen Naturlehre aus. Ohne dieselben, die Eigenschaften und Kräfte der Körper bestimmen wollen, heißt, sich eine Welt träumen, nicht wie sie ist, sondern wie sie unserer Phantasie gefällt. **Erscheinungen erklären** heißt Erscheinungen einsehen, das ist, sie auf allgemeine Naturgesetze zurückbringen. Die **Erklärungen** sind entweder *kathegorische* oder *hypothetische*. Bei den ersten bedient man sich schon vorhandener Ursachen, bei diesen nimmt man neue an. Eine *Hypothese* oder angenommener Satz ist ein zur Ableitung gewisser Folgen im Voraus angenommener Grund. Die nähern Ursachen der natürlichen Wirkungen und Erscheinungen sind oft sehr verborgen, und lassen sich nicht mit entschiedener Gewißheit angeben. In solchen Fällen nimmt man zu einer *Hypothese* seine Zuflucht. Sie kann, wenn ihr auch *apodiktische Gewißheit* fehlt, dennoch zu einem sehr hohen Grade von *Wahrscheinlichkeit* erhoben werden. Dies ist der Fall, wenn sie nichts Widersprechendes gegen erwiesene Naturgesetze enthält, eine leicht befriedigende und ungezwungene Erklärung der Erscheinung gewährt. So tadelhaft ihr Mißbrauch auch immer ist, so sind doch Hypothesen in der Naturwissenschaft von großer Erheblichkeit. Es giebt in dem ganzen Umfange der Naturlehre fast keine Wahrheit, die nicht einmal *Hypothese* gewesen wäre.

Zu den Mitteln, wodurch wir Erfahrungen auf dem Wege der Versuche erlangen können, dienen dem

Experimentator verschiedene Werkzeuge, die überhaupt den Nahmen Experimentalgeräthschaft oder physikalischer Apparat führen (supellex physica, Appareil de physique expérimentale). Die vornehmsten und vorzüglichsten dieser Werkzeuge sollen Ihnen, meine guten Jünglinge, in diesen Briefen nicht bloß beschrieben, sondern auch in deutlichen Holzschnitten so dargestellt werden, daß Sie allenfalls im Stande sind, mehrere derselben sich selbst zu verfertigen, oder mit sehr wenigen Kosten verfertigen zu lassen, da leider die Klage sehr gegründet ist, daß gewinnsüchtige Künstler die Sache übertreiben, und sich ungeheure Vortheile bei der Anfertigung der Maschinen sichern, wodurch die Liebhaber dieser edlen Wissenschaft von ihr abgeschreckt werden müssen. Ich wünsche, daß ich Ihnen durch diese Auseinandersetzungen nicht lästig gewesen bin, und lebe in der festen Ueberzeugung, daß dem fleißigen und denkenden Jünglinge es überhaupt mehr um Kenntniß als Unterhaltung zu thun seyn kann. In dieser Ueberzeugung schließe ich diesen Brief, und empfehle Sie der Obhut Gottes.

Dritter Brief.

Meine Lieben,

Die Geschichte und Entstehung der Naturkunde verliehrt sich in das Dunkel der grauesten Vorzeit. Schon die ältesten Völker der Erde besaßen Kenntnisse, die zur Physik gehörten. Freilich betrafen sie mehr die praktische Bearbeitung der Körper, als die Wissenschaften derselben. Die Aegyptier, Chaldäer, Phönicier

waren bei den Alten wegen ihrer astronomischen, mechanischen und chymischen Einsicht berühmt. Die Lehrer und Verehrer dieser Wissenschaft hießen Weise (Magi, Sophi). Plinius der jüngere erzählt im 17ten Buche, im 26sten Capitel, daß unter den Chaldäern Jupiter Belus der erste gewesen, welcher die Astronomie bearbeitete. Um das Jahr 1800 soll Zoroaster die magischen Künste erfunden haben. Die Griechen, schon verfeinert, nannten sich nur Freunde der Weisheit (Philosophi). Unter ihnen lehrten vorzüglich die Physik: Thales Milesius (Weltjahr 3400), der Stifter der berühmten Jonischen Schule, Pythagoras (3475), Democritus (3500), Plato (3638), Aristoteles (3664), Zeno (3700), Epicurus (3900) und, nach der Stiftung der Alexandrinischen Schule, Euclides (300 Jahr vor Christus), Archimedes (250 v. C.), Hipparchus (160 v. C.), und Clodius Ptolemäus im zweiten Jahrhundert nach Christi Geburt. Da sie aber alles erklären, von allem die Ursach angeben wollten, ohne doch die Ursachen der Dinge zu kennen, so findet man in ihren physikalischen Schriften mehr Träume und Subtilitäten, als gründliche Belehrung. Dennoch hat sich allerdings manche ihrer Meinungen bestätigt. So war selbst des unsterblichen Copernicus System der Weltordnung, ein Gedanke der Pythagoräer. Schon Aristoteles glaubte, daß das Licht dem Schalle ähnlich sey. Unter den Römern hinterließ, außer dem Lucrez und Seneca, der ältere Plinius 37 Bücher von der Naturgeschichte, und in denselben einen reichen Schaz von physikalischer Gelehrsamkeit, obwohl er mehr sammelte, als prüfte. Im Mittelzeitalter erhielten sich bei den Arabern, unter welchen sich vorzüglich Muhamed Ebn Musa, Maschalia, Muhamed

ben Geber Albatani, Thebit ben Chara Azophei hervorthaten, einige physikalische Kenntnisse, sie waren aber mit vielen astrologischen und mystischen Thorheiten vermischt. Dennoch wurden in diesen dunkeln Zeiten einige wichtige praktische Entdeckungen, z. B. der Magnetnadel, der Brillen, gemacht, obgleich die Unwissenheit bei dem großen Haufen so stark war, daß der Mönch Roger Baco (n. 1206. † 1284) wegen seiner gründlichern Kenntniß für einen Zauberer gehalten wurde. Er war im dreizehnten Jahrhundert der eigentliche Entdecker des Schießpulvers, dessen Erfindung man nachher mit Unrecht, dem Mönch Bartholomäus Schwarz, der in der Mitte des vierzehnten Jahrhunderts lebte, beigelegt hat. Ein Italiäner, Flavio Giajo, erfand, sehr vermuthlich 1301, die Magnetnadel.

Die scholastische Philosophie begriff zwar die Physik als einen wesentlichen Theil in sich, allein die Physik selbst befand sich in dem traurigsten Zustande. Ohne die Gesetze der Natur zu kennen, verlohr man sich in Terminologieen, und glaubte die Erscheinungen durch Worte zu erklären, die entweder gar keinen Sinn hatten, oder nur die Erscheinungen selbst wieder ausdrückten. Verborgene Qualitäten — (qualitates occultae) mußten alles erklären. So lag die Ursach der einschläfernden Kraft des Mohns in seiner einschläfernden Qualität. Solche Erklärungen konnten freilich alles erklären, und dennoch hielt man dies für tiefe Weisheit.

Der Erste, der aus dem Nebel dieser finstern Aristotelischen Träumereien den Weg zu einer deutlichen Kenntniß der Natur zeigte, war der Lordkanzler Baco von Verulam (n. 1562. † 1626). Er verließ den Weg der Speculation, und ging den der Erfahrung. Schon im

Anfange des sechszehnten Jahrhunderts hatte Nicolaus Copernicus, ein Danziger Rathsherr (n. 1473. † 1543), zuerst das richtigste Weltsystem, oder die Ordnung, in welcher die Planeten sich um die Sonne bewegen, bewiesen, und dadurch das Ansehen des vergötterten Aristoteles anzugreifen gewagt. Ihm folgte Galiläi (n. 1564. † 1642), ein Mann von durchdringendem Scharfsinn und Beobachtungsgeist; er entdeckte durch Anwendung der Mathematik die wahren Gesetze fallender, geworfener und schwingender Körper, erfand das Fernrohr, war wenigstens der Erste, der mit demselben die Trabanten des Jupiters entdeckte, und konnte nun um so weniger an Copernicus System der Weltumwälzung zweifeln. Sein Sohn wandte zuerst den Perpendikel bei den Uhren an, den nachher Huygens in Frankreich vervollkommte. Tycho Brahe, ein Dänischer Astronom (n. 1546. † 1601), erweiterte die Astronomie, und sammelte einen reichen Schatz genauer Beobachtungen, der glücklicherweise in Kepplers Hände fiel (n. 1571. † 1631). Dieser große Mathematiker entdeckte daraus jene Regeln, welche die Bewegungsgesetze der Planeten enthalten, die das Copernicanische System in das hellste Licht setzten. Um eben diese Zeit schrieb Wilhelm Gilbert in England († 1603) über den Magnet und die Elektricität, Simon Stevin († 1633) fand die Gesetze des Gleichgewichts mehrerer Kräfte und des Drucks flüssiger Körper, und Snellius, ein Mathematiker, (n. 1591. † 1626) das richtigere Gesetz der Strahlenbrechung.

Man gelangte hierdurch zu einer Menge von Kenntnissen, die durch fortgesetzte Beobachtung fast mit jedem Tage anwuchsen, um so mehr, da man nun auch Versuche hinzufügte. Der Schüler des großen Galiläi, der berühmte Torricelli (n. 1608. † 1647), erfand das

Barometer, und erklärte das Schweben des Quecksilbers zuerst richtig aus dem Drucke der Luft. Otto von Guericke, Bürgermeister von Magdeburg (n. 1602. † 1686), erfand die Luftpumpe, und entdeckte damit manche bis dahin unerklärte und unbekannte Eigenschaften der Luft. Ihm verdankt die elektrische Schwefelkugel ihre Erfindung. Mersenne (n. 1588. † 1648) untersuchte die Schwingungen gespannter Saiten; Gassendi (n. 1598. † 1655) und Riccioli (n. 1598. † 1671) bestätigten die gefundenen Wahrheiten durch neue Versuche. Keiner aber machte sich um den Umsturz der Aristotelischen Philosophie so verdient, als Descartes (n. 1596. † 1650). Seine Verbindung der Mathematik mit der Naturlehre hatte auf die letztere den heilsamsten Einfluß, da er zugleich alle Anhänglichkeit an fremde Meinungen verbannte, und zum Selbstdenken führte. Nun wurden die Untersuchungen immer eifriger fortgesetzt. Boyle und Hook in England, Grimaldi, Borelli in Italien, Pascal, Mariotte und Picard in Frankreich machten wichtige Entdeckungen. Man errichtete Verbindungen von Gelehrten, was schon Baco von Verulam empfohlen hatte, welche Naturwissenschaft zum Hauptgegenstande ihrer Arbeiten machten. So entstand die Londoner Societät, die Florentiner Academia del Cimento, die Pariser Akademie der Wissenschaften, welchen die Naturlehre unglaublich viel zu verdanken hat.

In der zweiten Hälfte des siebenzehnten Jahrhunderts stand endlich Isaac Newton auf (n. 1642. † 1727), und durch seinen großen Geist erhielt das System der Naturlehre eine ganz neue Gestalt. Pope giebt ihm und seinen Entdeckungen folgenden erhabenen Lobspruch:

Die Natur und ihre Gesetze lagen in Nacht;
Gott sprach: Newton werde! und es ward Licht.

Er schnitt von der Physik den größten hypothetischen Theil ab, indem er der Erfahrung folgte und alle Hypothesen vermied. Die Gesetze des Lichts, der Farben, der Attraction, der Gravitation, der Mechanik u. s. w. wurden von ihm entweder entdeckt, oder erhielten eine neue Gestalt. Er fand die Gesetze der Schwere auf, und lehrte ihre Anwendung zur Erklärung der Bewegung der Planeten. Seine Entdeckungen stehen so fest, als die Wahrheit selbst, und der Wechsel der Zeiten und Meinungen hat ihnen nichts von ihrer Stärke genommen. Noch jezt sind sie die Grundlage des mathematischen Theils der Naturlehre.

Von dieser Zeit an erhielt die Physik einen ihr eigenthümlichen Glanz. Es würde mich zu weit führen, alle die berühmten Nahmen hier zu nennen, die diesen Glanz vermehrten, um so mehr, da ich bei den einzelnen Lehren, die hier nach und nach in diesen Briefen auseinander gesetzt werden sollen, Gelegenheit genug haben werde, diejenigen Männer zu nennen, denen dieser oder jener Zweig der Physik neue Entdeckungen und Bearbeitungen verdankt. Man sah immer mehr, vorzüglich in der lezten Hälfte des verflossenen Jahrhunderts, die Unentbehrlichkeit der Chymie ein, und knüpfte das Band zwischen Chymie und Physik enger. Die Lehre von den Ausdünstungen, von der Luft, dem Feuer, die Entdeckungen der Gasarten zeigten, wie unrecht man gethan, einen so wesentlichen Theil der Naturlehre von der Physik auszuschließen. Doch ich ende diese allgemeine Bemerkungen, die Ihnen als Einleitung zu der Wissenschaft dienen können und sollen, mit welcher ich im vierten Briefe den Anfang machen werde, und nenne mich mit väterlichem Gefühl :c.

Vierter Brief.

Meine Freunde,

Lassen Sie uns nun einige ausführliche Betrachtungen über die Eigenschaften der Körper anstellen, da sie es allerdings recht sehr verdienen, uns in mehrern Briefen zu beschäftigen. Wir betrachten sie in doppelter Rücksicht. Entweder:

1) als solche, die allen Körpern ohne Ausnahme zukommen, ohne welche sie aufhören müßten Körper zu seyn, und
2) als solche, die nur bei einigen Körpern Statt finden.

Die erstern nennt man **allgemeine**, die leztern **besondere Eigenschaften.**

Die allgemeinen Eigenschaften der Körper sind: **Ausdehnung, Figur, Undurchdringlichkeit, Porosität, Theilbarkeit, Cohäsion** oder **Zusammenhang**, und als Unterabtheilungen oder besondere Gattungen dieser Eigenschaften: **Flüssigkeit, Härte** oder **Weichheit, Federkraft, Schwere, Bewegbarkeit.**

Zuerst betrachten wir also:

Die Ausdehnung. (*Extensio*, Etendue des corps.)

Sie ist die allgemeine Eigenschaft, vermöge welcher ein jeder Körper sich in einem gewissen Raume befindet. Diesen Raum kann man nach dreierlei Rich-

tungen abmessen, das heißt: man kann an ihm die Länge, Breite und Höhe oder Tiefe unterscheiden. Der Anblick eines Körpers belehrt uns ferner, daß die Theile desselben neben einander liegen, und daß die Stellen, welche wir uns im Innern eines Körpers denken können, von den Theilen des Körpers selbst, nach allen möglichen Richtungen umgeben werden. Dies ist nun das, was man mit den Worten: **körperlicher Raum, körperliche Ausdehnung**, bezeichnet. Wir bemerken es an allen Körpern ohne Unterschied, verbinden es mit dem Begriff eines Körpers, und können uns keinen Körper anders als ausgedehnt denken. Eben daher nennt man die Ausdehnung eine wesentliche Eigenschaft der Körper oder der Materie.

Denkt man sich die Materie des Körpers aus diesem Raum hinweg, doch so, daß die Vorstellung des Raumes selbst noch zurückbleibt, so hat man das, was der Geometer die geometrische Ausdehnung nennt. Er betrachtet diesen Raum als eine stetige Größe, deren Theile im ununterbrochenen Zusammenhange fortgehen. Er nimmt diesen Raum als vollkommen ausgefüllt durch seine Theile an, daher kann er ihn auch, so lange er will, theilen, weil in dem Begriff, den er sich davon macht, nichts liegt, was dieser Möglichkeit entgegen stände. Denkt man sich nun aber die Materie des Körpers wieder zurück in diesen Raum, so füllt ihn dieselbe in der Wirklichkeit nicht so ganz und so vollkommen aus, wie ihn der Geometer ausgefüllt annahm, sondern es befinden sich in demselben leere, unausgefüllte Räume. Eben diese Erfahrung sezt der Möglichkeit der Theilung der Materie ins Unendliche Hindernisse in den Weg, von denen Sie, bei der Theilbarkeit der Körper, noch mehr erfahren werden. Die Art, wie die Körper übri-

gens ihren Raum wirklich einnehmen, ist von der Art, wie sich der Geometer den Raum ausgefüllt denkt, gerade so unterschieden, wie die Ausfüllung eines Scheffels durch Körner von dem ganzen Raum des Scheffels selbst.

Ich berühre hier nur kurz den bekannten Streit der Atomisten und Dynamisten. Nach dem Begriff der Erstern ist jedes Atom der Materie für sich ausgedehnt, die Materie selbst absolut undurchdringlich; das Atom erfüllt seinen Raum blos durch seine Existenz. Nach dem Begriff der Dynamisten besteht der Grund der Ausdehnung in der zurückstoßenden Kraft der Materie. Diese Kraft verhindert, daß eine andere Materie in denselben Raum eindringen kann. Lassen Sie uns lieber, meine jungen Freunde, zu der zweiten allgemeinen Eigenschaft, zur

Figur (*Figura*, Figure)

fortschreiten. Sie ist die Beschaffenheit und gegenseitige Lage der Grenzen einer ausgedehnten Größe. Da jeder Körper eine bestimmte, begrenzte Ausdehnung hat, und es keinen Körper in der Natur ohne Grenzen giebt, so hat auch jeder Körper eine Figur. Diese ist also eine allgemeine Eigenschaft aller Körper. Durch diese Figur unterscheiden sich selbst solche, die sonst der Größe, der innern Beschaffenheit und dem Gewichte nach gleich sind. Z. B. ein Metallwürfel von einer gleich schweren Metallkugel. Die Figur selbst ist unendlich mannigfaltig, und Leibnitz behauptete schon, was sich wohl ohne Widerspruch annehmen läßt, daß es in der ganzen Natur nicht zwei Körper von einer gleichen Gestalt gäbe. Freilich können wir nicht immer diese Abweichungen deutlich wahrnehmen. Die Kleinheit der Körper macht oft,

daß weder unser Auge, noch unser Gefühl, eine Gestalt an ihnen wahrnimmt; allein sie müssen dennoch irgend eine Figur haben, weil sie einen Raum einnehmen. Oft scheint uns aber ein Körper eine andere Figur zu haben, als er wirklich besitzt; es kömmt dabei sehr viel auf den Gesichtspunkt an, aus welchem wir die Körper betrachten. So scheint uns eine Kugel in der Entfernung eine platte Scheibe zu seyn, ein eckigter Körper, rund, weil wir seine Ecken nicht bemerken können; so sieht ein Kreis, von der Seite betrachtet, elliptisch aus; ein Cylinder scheint uns viereckig. Wir werden einstens bei der Optik diese Täuschung näher betrachten, und ich werde Ihnen dann die Ursachen derselben aus einander setzen können.

Es gehört aber zur Vollständigkeit des Begriffs: **Körper**, noch mehr als **Ausdehnung** und **Figur**. Sie allein sind nicht hinlänglich. So hat z. B. der Schatten beide Eigenschaften, und ist deswegen doch kein Körper. Es fehlt ihm sogar das, was wir uns bei einem Körper als nothwendig denken. Es wird gefordert, daß in dieser bestimmten, überall begrenzten Ausdehnung, noch etwas sich befinde, welches verhindert oder vielmehr unmöglich macht, daß in demselben Raum noch irgend eine andere Sache, als der Körper selbst, seyn könne. Dieses Etwas heißt nun:

Die Materie. (*Materia corporum*, Matière des corps.)

Von dem Wesen dieser Materie, oder des materiellen oder körperlichen Stoffes, und der Art, wie sie auf uns wirkt, haben sich die Philosophen von jeher sehr verschiedene Begriffe gemacht. Die **seelenähnlichen Kräfte** der ältesten Philosophen, das **Atomistische System** Leucips und Democrits, der **Dualismus**

des Descartes, der Idealismus, den Malebranche, Spinoza und Hume noch erweiterten, der Materialismus des la Metrie, die Monaden des Leibnitz, die physischen Punkte Boscowichs und ihre weitere Ausbildung durch Pristley, alles dieses sind Vorstellungen von dem Wesen und der Natur der Materie, die uns, meine jungen Freunde, zu dem Bekenntnisse zwingen, daß unsre Einsichten überhaupt in diesem Fache in sehr enge Grenzen eingeschlossen sind, und daß die Kantische Vorstellungsart, nach welcher das Wesen der Materie in anziehenden und zurückstoßenden Kräften besteht, unter allen diejenige sey, die unserer Erfahrung am angemessensten ist.

Die Materie kann nun zwar von andern Körpern eingeengt, zusammengepreßt, aber nie von denselben durchdrungen werden; und diese Erscheinung, die man die Undurchdringlichkeit der Körper nennt, ist es, die von uns in dem folgenden Briefe näher betrachtet werden soll. Ich empfehle mich Ihrem Andenken u. s. w.

Fünfter Brief.

Meine geliebten Freunde,

Ich eile nun, Sie mit einer andern allgemeinen Eigenschaft der Körper zu unterhalten, der man den Nahmen

Undurchdringlichkeit (*Impenetrabilitas*, Impénétrabilité)

mit Recht gegeben hat. Sie besteht darin, daß kein Körper in demjenigen Raum seyn kann, welcher schon

von einem andern Körper eingenommen wird, oder daß, wenn er in diesen Raum eindringen will, er vorher jenen erst daraus vertreiben muß. Sie ist das Vermögen des Körpers, jeden andern von dem Orte, den er einnimmt, auszuschließen, so daß zwei in Berührung gesezte Körper niemals weniger Raum einnehmen können, als den sie vorher im getrennten Zustande ausfüllten.

Die Undurchdringlichkeit fester Körper giebt ein Jeder leicht zu, denn sie ist zu augenscheinlich; aber bei manchen Körpern, vorzüglich bei den flüssigen, bei denen sie sich nicht auf eine so merkliche Art äußert, weil die Theilchen derselben auch dem leichtesten Drucke nachgeben, bei diesen, so wie bei manchen festen Körpern, wird sie von denen bezweifelt, die keinen richtigen Begriff von dem Worte Undurchdringlichkeit besitzen. Ueberhaupt muß ich hier anführen, daß manche Wörter im gemeinen Leben einen etwas andern Sinn haben, als in der Naturlehre. So ist das, was in der Sprache des gemeinen Lebens durchdringlich genannt wird, nach physikalischen Gründen dennoch undurchdringlich. Ein Stückchen Zucker in eine flüssige Materie getaucht, zieht dieselbe in sich, und wird also auf diese Art scheinbar durchdrungen; ein Kasten oder Raum, der ohne Widerrede mit Luft angefüllt war, kann durch Körper, die man hineinlegt, ausgefüllt werden; allein allerdings ist dennoch der Zucker sowohl, als die Luft, undurchdringlich. In dem ersten Fall befinden sich die Theile des Zuckers und die Theile der Flüssigkeit nicht in einerlei Raum, sondern die leztern nehmen den Raum ein, der, vermöge der besondern Bildung der Krystalle dieses Salzes, nicht mit Zuckertheilchen angefüllt ist. Im zweiten Fall verstattet die Luft, so lange sie nicht eingeschlossen

ist, vermöge ihrer außerordentlichen Bewegbarkeit, allen Körpern, die sich in ihr bewegen, einen freien Durchgang. Aber in diesem Falle ist sie auch nicht durchdrungen, sondern nur ausgewichen; denn wenn man sie in ein Gefäß einschließt, und dann ein anderer Körper, ohne ihr den Austritt zu erlauben, ihre Stelle einnehmen will, so äußert sie die allgemeine Eigenschaft aller Körper, die Undurchdringlichkeit, eben so gut, wie die festen. Sie können sich hiervon durch sehr leichte und angenehme Versuche überzeugen.

Erster Versuch.

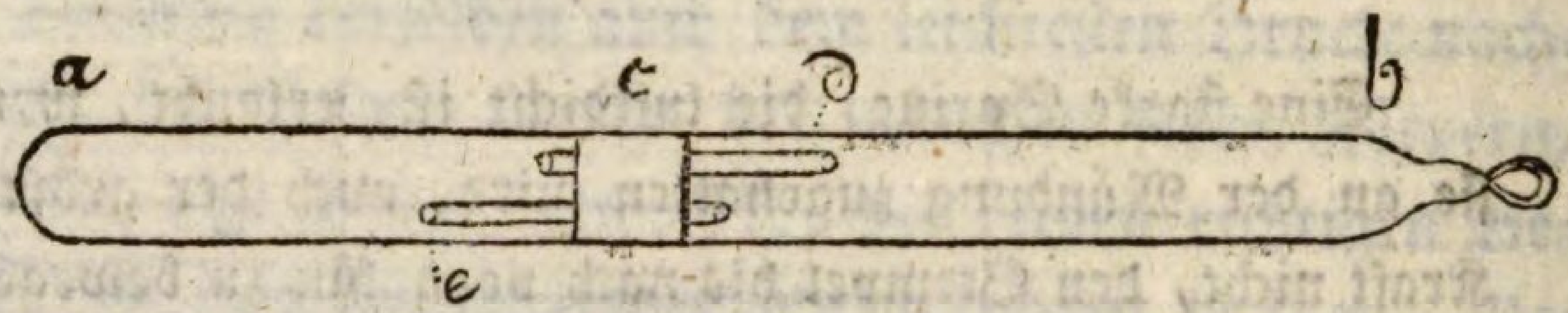
Eine starke Spritze, die luftdicht ist, erlaubt, wenn sie an der Mündung zugehalten wird, auch der größten Kraft nicht, den Stempel bis nach vorn hin zu bewegen, sondern je nachdem die drückende Kraft größer oder kleiner ist, dringt auch der Stempel der Spritze mehr oder minder tief ein; er schnellt aber, sobald der Druck nachläßt, wieder von selbst zurück.

Zweiter Versuch.

Ein Weinglas, mit der Mündung nach unten, in ein mit Wasser angefülltes Bierglas vertical gesenkt, bewirkt, daß die Oberfläche des Wassers in dem Bierglase sich nach Maaßgabe, wie das Weinglas selbst sinkt, erniedrigt. Noch deutlicher kann man diesen Versuch dadurch machen, wenn man eine Lamelle Kork auf der Oberfläche des Bierglases schwimmen läßt, und nun das Weinglas überstülpt. Man wird auf diese Art das Weinglas bis auf den Boden des Bierglases hinunterdrücken können, und die Lamelle von Kork wird auf der Oberfläche trocken bleiben. Zwar wird allerdings bei diesem Versuche etwas

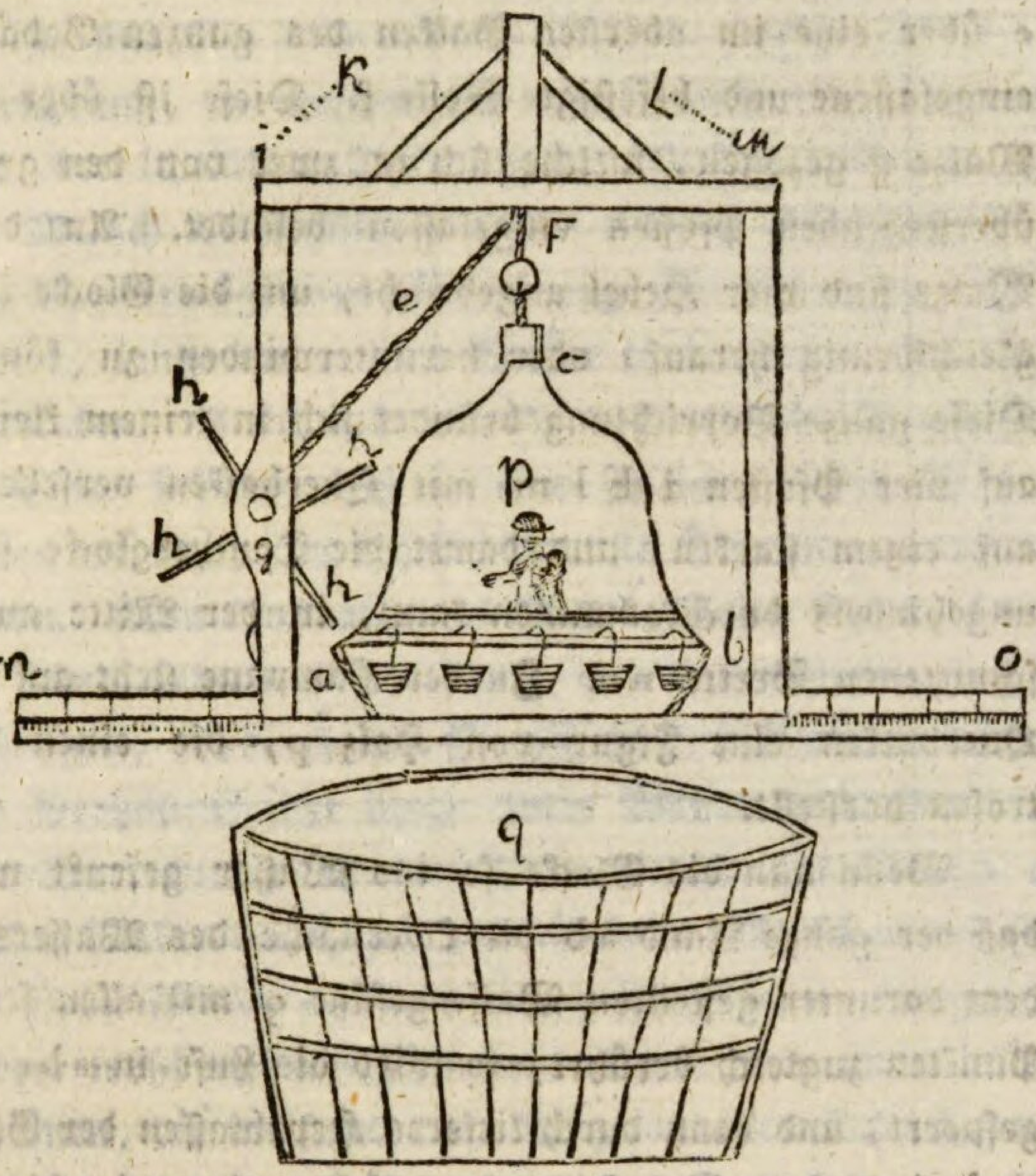
Wasser in das Weinglas hineintreten, allein dies rührt von der Eigenschaft der Luft her, vermöge welcher sie sich zusammendrücken läßt; es wird aber doch bei weitem der größere Theil des Weinglases vom Wasser leer bleiben, auch dann, wenn es noch so tief untergetaucht wird. Man kann auch auf einem Stücke Kork ein kleines, brennendes Lichtchen befestigen, und so den Versuch selbst noch interessanter machen. Es dauert freilich nur so lange, bis die in dem Glase befindliche Luft verdorben ist, dann lischt das Lichtchen von selbst aus.

Dritter Versuch.



Eine Glasröhre a b, von $1\frac{1}{2}$ bis 2 Fuß Länge und einem halben Zoll im Durchmesser, ist oben und unten zugeschmolzen, aber nicht luftleer. In der Mitte theilt sie ein Pfropfen c in zwei gleiche Theile. Dieser kleine Pfropfen hat in d und e zwei kleine Glasröhrchen durchgesteckt. Die Seite der Röhre c bis b ist mit Wasser gefüllt, die Seite a bis c enthält Luft. An dem Ende ist ein Glasring zum Aufhängen der Röhre. Hält man nun die ungefüllte Luftseite a bis c nach unten, so steigt das Wasser durch eine der engen Röhrchen des Korkes, als der tausenmahl schwerere Körper, nach unten, die Luft aber steigt durch das andere Röhrchen sehr deutlich, bemerkbar und mit einigem Geräusch in die Seite c b. Diese leztere wird nun vom Wasser leer und mit Luft angefüllt, und so weicht sich gegenseitig das Wasser und die Luft aus, je nachdem man einen Theil der Röhre oben oder unten hält.

Vierter Versuch.



Die Taucherglocke,

der Nahme vorstehender Maschine, die aus einem glockenförmigen Gefäße a b c von weißem Glase besteht. In dem Umfange derselben ist ein Querbalken eingelassen, auf welchem der Taucher steht oder sizt. Auch kann man unter der Glocke einen Fußtritt anhängen, der dann mit der Glocke durch Schnüre zusammenhängt. Rund um die Glocke herum befindet sich ein metallener Ring, der in bestimmten Abständen durchbohrt und mit gleich schweren Gewichten behangen ist. (Der Meinige besteht aus Messing, und hat acht bleierne halbe Pfundgewichte). Der obere Theil oder Knopf der Kampane

ist in einer Messinghülse verkittet, und hat über sich einen Ring. Durch diesen Ring geht eine starke Schnur e über eine im obersten Balken des ganzen Gebäudes eingelassene und befestigte Rolle f. Diese ist über eine Walze g gezogen, welche sich in zwei von den gegenüberstehenden Pfosten eingelassen befindet. An dieser Walze sind vier Hebel angebracht, um die Glocke selbst gleichförmig herauf- oder herunterwinden zu können. Diese ganze Vorrichtung befindet sich in einem kleinen, auf vier Pfosten i k l m mit Querbalken versehenen, auf einem starken, und damit die Taucherglocke selbst ungehindert durchkommmen kann, in der Mitte ausgeschnittenen Brette n o. In der Kampane steht auf dem Querbalken eine Figur von Holz p, die einen Matrosen vorstellt.

Wenn nun die Glocke so ins Wasser gesenkt wird, daß der ganze Rand a b die Oberfläche des Wassers in dem darunter gestellten Wassergefäße q mit allen seinen Punkten zugleich berührt, so wird die Luft in a b c eingesperrt, und kann durch tieferes Herablassen der Glocke zwar immer mehr zusammengedrückt, aber nie hinausgetrieben werden, so daß sich der bei weitem größere Theil des Körpers des Tauchers stets im Trockenen und in der eingeschlossenen Luft befindet. Um sich davon zu überzeugen, darf man nur die Füße der kleinen Holzfigur mit Puder oder Staubmehl belegen, wo man denn an dem Wasserstreif sehen kann, wie weit das Wasser in der Glocke selbst in einem, nach Verhältniß tiefen Gefäße, eingedrungen ist. Das Ganze ist eine Angabe, die, von dem geschickten Künstler Heitmann sehr schön und richtig ausgeführt, beim Versuche selbst den Zuschauern immer Freude machte.

Da ich vielleicht nur erst spät wieder Gelegenheit habe, der Taucherglocke (*Campana urinatoria*, Cloche du plon-

geur) zu erwähnen, so stehe hier zu Ihrer Unterhaltung, meine edlen jungen Freunde, eine kleine Geschichte derselben. Sie ist, wie Sie beim vierten Versuch gesehen haben, eine Vorrichtung, in welcher sich ein Mensch eine Zeitlang in einer beträchtlichen Tiefe unter Wasser aufhalten kann. Der Mensch ist nemlich mit den meisten Säugethieren und Vögeln, vermöge der Einrichtung seiner Lunge, nicht im Stande, lange unter dem Wasser zu bleiben, ohne Gefahr zu ersticken. Gleichwohl erfordern es manche Angelegenheiten seines Lebens, daß er eine Zeitlang unter Wasser zu bleiben wünscht, um daselbst gewisse Geschäfte verrichten zu können. Man sann also auf Mittel, diesen Zweck ohne Gefahr seines Lebens zu erreichen, und so entstanden jene Vorrichtungen, wodurch der Mensch in den Stand gesezt wird, nach Verhältniß sehr lange unter Wasser zu bleiben. Ohne diese Vorrichtung ist die Zeit, welche ein Mensch unter Wasser bleiben kann, sehr verschieden. Menschen mit schwacher Brust können es kaum eine halbe Minute ertragen, Gesündere wohl mehrere Minuten. Unter den uncultivirtesten Nationen, die meistens auch die gesundesten sind, finden sich Beispiele von einer außerordentlichen Fertigkeit, den Athem lange anhalten zu können, die wahrscheiulich durch frühe Uebung erlangt wurde. Von den Tauchern von O-Waihi, welche sich Cook 1788 von dem Könige der Insel erbeten hatte, um einen verlornen Anker suchen zu lassen, blieben vier derselben etwa fünf Minuten, der fünfte sechs Minuten, und der sechste noch später im Meere; allein der Lezte sank vor Erschöpfung zurück, und mußte von den Uebrigen heraufgezogen werden. Er war sieben und eine halbe Minute unter Wasser gewesen. Er hatte das Tau des Ankers losgemacht, war aber bei seiner Wiedererscheinung besinnungslos. Das Blut quoll ihm aus Mund und Nase, und er erholte sich nur erst nach einiger Zeit. Sieben Minuten scheint also die längste Zeit zu seyn, die ein Mensch durch vorhergegangene

Uebung, ohne alle Vorrichtung, im Wasser aushalten kann. So lange etwa ertragen es die Russischen Taucher auf der Wolga; allein auch sie sind halb todt, wenn sie heraufkommen, und Blut quillt ihnen aus Mund, Nase und Ohren. Was man von dem bekannten Pescecola aus Catanea erzählt, der Tage lang unter Wasser bleiben konnte, ist nichts als ein Mährchen. Man hat sehr früh auf Mittel gedacht, dadurch den Tauchern ihren Aufenthalt unter Wasser zu erleichtern, daß man sie mit Luft versehen wollte. Schon Aristoteles räth dazu einen Kessel an, allein die Stelle ist dunkel. Das älteste Beispiel in Europa ist von 1538. Zwei Griechen ließen sich in einem umgekehrten Kessel, an dem Gewichte und Querbalken befestigt waren, mit einem brennenden Licht, in Gegenwart Kaiser Carls V, zu Toledo unter Wasser, und kamen gesund, und ohne naß geworden zu seyn, mit brennendem Lichte wieder herauf. Die Begierde, jene Schätze zu erbeuten, welche 1588 bei der Insel Mull, an der westlichen Küste Schottlands, von der unüberwindlichen Flotte versunken seyn sollten, war die vorzügliche Ursach, daß man die alte Erfindung hervorsuchte; allein der Erfolg bezahlte kaum die darauf gewandten Kosten. Mit mehr Glück wurde der Versuch William Phipps, eines Nordamerikaners, gekrönt, der 1687 aus einem Spanischen, an der Küste von Hispaniola gescheiterten, reichen Retourschiffe, über 300,000 Pfund Sterling an Werth, von den versunkenen Schiffsgütern rettete, und als Antheil 16 bis 20000 Pfund für seine Bemühung erhielt. Dieser anfangs belachte, aber gelungene Versuch, munterte nun zur Vervollkommnung der Taucherglocke selbst auf. Der Engländer Edmund Halley ließ eine Glocke von 8 Fuß Höhe, 5 Fuß untere und 3 Fuß obere Weite verfertigen, sie mit Blei überziehen, wodurch sie so schwer wurde, daß sie schon von selbst untersank. Am untern Rande befanden sich Gewichte, um das gleichförmige Heruntersenken derselben zu befördern. Oben war ein hohles

Glas angebracht, um etwas Licht in die Glocke zu erhalten; auch befand sich an derselben ein Hahn, um die verdorbene Luft herauszulassen, die auch in deutlichen Blasen oben auf der Fläche des Meeres bemerkt wurde. Die ganze Maschine hing an den Querbalken des Mastbaums eines Schiffes, von dem sie mit Leichtigkeit herabgelassen werden konnte. Es wurden große Schläuche mit frischer Luft hinuntergelassen. die aber durch den Druck des Wassers so zusammengepreßt wurden, daß man nur durch lederne, mit Oehl getränkte Röhren, der Luft einen Ausgang in die Glocke verschaffen konnte. Indessen gelang es Halley, auf diese Art anderthalb Stunden in einer Tiefe von 9 bis 10 Klaftern unter Wasser zu bleiben. Durch die Menge der eingelassenen Luft wurde der Meeresgrund so trocken unter der Glocke, daß er nur bis über den Schuh in Schlamm oder Sand trat. Das kleine Fenster ließ, bei stiller See, so viel Licht ein, daß er lesen und schreiben konnte, und er schrieb seine Befehle mit einem eisernen Griffel auf Bleiplatten, und schickte sie mit den leeren Luftschläuchen hinauf. Bei trübem Wetter und stürmischer See, denn auch in diesen versuchte Halley die durch ihn ausgebildete Erfindung, war es unten im Meere ganz finster, und er mußte ein Licht brennen, das aber eben so viel Luft als ein Mensch verzehrte. Die einzige Unbequemlichkeit war ein Schmerz in den Ohren beim Herablassen der Glocke, der durch die Verdichtung der Luft entstand. Einer der Taucher wollte diesem Schmerze dadurch entgehen, daß er sich gekauetes Papier in die Ohren stopfte; allein der Druck der Luft preßte dieses so stark in die Ohren, daß es dem Schiffsarzte nur mit vieler Mühe gelang, es wieder herauszubringen. Das beste Mittel, um diesen Schmerz erträglich zu machen, war, daß, so oft die Glocke 12 Fuß tief langsam gesunken war, man still hielt, um das eingetretene Wasser durch frisch eingelassene Luft wieder herauszutreiben. Halley erfand auch eine bleierne Kappe mit

einem dichten, biegsamen Rohr, das mit der Glocke in Verbindung stand, um auf einige Minuten, Taucher auf den Meeresgrund detachiren zu können.

Ein Schwede, Martin Triewald, ließ, da die Halley'sche Vorrichtung viel Geld kostete, eine viel kleinere Glocke aus inwendig verzinntem Kupfer verfertigen, und den untern Schemel so niedrig anbringen, daß nur der Kopf und Hals des Tauchers über der Wasserfläche hervorragte, wodurch natürlich theils weit weniger Luft verdorben werden konnte, theils mehr Raum unter der Glocke für Luft blieb, auch überdies die Luft weit kühler und reiner, als in dem Obertheil der Glocke, eingeathmet werden konnte.

Man hat noch manche andere Apparate zum Untertauchen angegeben, die weit weniger kostbar sind; allein ob damit wirklich Versuche gemacht sind, ist nicht bekannt geworden.

Nach dieser Abschweifung lassen Sie uns nun, meine guten Jünglinge, wieder zu der allgemeinen Eigenschaft der Undurchdringlichkeit zurückkehren. Jene Versuche haben uns die Wirklichkeit derselben außer allem Zweifel gesezt. Es bedarf nur noch einiger Bestimmungen. Man muß diese Undurchdringlichkeit nicht auf alle Theile der zusammengesezten Körper ausdehnen; denn die Körper erfüllen ihren Raum nicht ganz, es bleiben leere, unausgefüllte Zwischenräume übrig, die von der Materie der Körper selbst leer sind. Die Undurchdringlichkeit findet also nur in den wirklich erfüllten Stellen Statt. Nur der vollkommen **dichte Körper** ohne allen Zwischenraum würde vollkommen undurchdringlich seyn. Bei diesem wäre Undurchdringlichkeit und vollkommene Dichtigkeit einerlei. Mehrere Französische Schriftsteller haben daher, sehr mit Unrecht, die Undurchdringlichkeit den Nahmen Densité, Solidité

Solidité gegeben. Uns Deutschen bezeichnet der Nahme **Dichtigkeit** das Verhältniß der Masse zum Raum.

Dann ist Undurchdringlichkeit auch sehr unterschieden von **Impermeabilität**. Durchdringlich ist kein Körper in dem Raum, den er füllt; aber permeabel sind sie fast alle für gewisse fremde Materien, z. B. alle Körper für den Wärmestoff, Leder für Quecksilber, Holz für Luft und Wasser, Gold und Platina für Königswasser. Impermeabilität ist also die Eigenschaft der Körper, gewisse Materien nicht durch ihre Zwischenräume zu lassen; so ist der Granit, der Sandstein für das Licht impermeabel, eben so das Glas für die elektrische Materie.

Die Schwierigkeit, die aus der Erscheinung entsteht, daß das Volumen gewisser, mit einander vermischter Körper, kleiner ist als die Summe der einzelnen Körper vor ihrer Verimschung, z. B. bei einer Verbindung von Alkohol und Wasser, bei der Zusammenschmelzung des Kupfers und Zinks, das als zusammengesetztes Metall unter dem Nahmen Messing allbekannt ist, kann leicht aufgelöset werden. Die Dichtigkeit wird freilich hier um $\frac{1}{10}$ Theil vermehrt; indessen ist dies nur eine scheinbare Durchdringung der Theilchen. Beide Körper nähern sich, vermöge ihrer besondern Gestalt, mehr, als in dem unvermischten Zustande. Es entsteht daraus in der Gestalt der Poren eine Veränderung, so wie auf der andern Seite durch die Verbindung mancher Körper, z. B. des Silbers mit dem Kupfer, eine Art Verdünnung entsteht, so daß das Volumen der Mischung ein wenig größer ist, als die Summe der Größe beider Körper vor dem Zusammenschmelzen. Diese Pori und die daraus entspringende allgemeine Eigenschaft aller Körper, die **Porosität**, soll uns der

Gegenstand eines neuen Briefes werden. Ich glaube, daß ich Sie übrigens um Nachsicht bitten muß, daß dieser Brief so sehr lang geworden ist, und bin in der Voraussetzung, daß Ihr Fleiß nicht ermüden wird, Ihr u. s. w.

Sechster Brief.

Meine geliebten Jünglinge,

Nach der Betrachtung der Oberfläche, oder der Hüllen der Körper, lassen Sie uns nun jezt sehen, welche Eigenschaften aus den in dieser Hülle eingeschlossenen, materiellen Theilen entspringen.

Wären die Körper durchaus solide, so würde die Masse derselben ihrem Volumen gleich seyn; aber man weiß, daß die Oberfläche sowohl, als das Innere der Körper, unendlich viel kleine Höhlungen (Poren) hat, und es ist sehr wahrscheinlich, daß die Zahl dieser Höhlungen in einem Körper, die Zahl der soliden Theilchen bei weitem übertrifft. Diese Eigenschaft der Körper heißt nun:

(Porosität. *Porositas*, Porosité.)

Sie hat sehr wahrscheinlich ihren Grund, vorzüglich bei den festen Körpern, in der besondern Eigenschaft derselben, sich zellich zu formen. Sie ist eine allgemeine Eigenschaft, weil sie in allen uns bekannten Körpern angetroffen wird. Nach der Lehre der Atomisten, denen alle Materie absolut undurchdringlich

ist, befinden sich in jedem Körper zerstreuete, leere Räume (*vacua disseminata*, vuide). Sie unterscheiden aber die aus diesem Satze hergeleitete Porosität, welche sich auch bei flüssigen Massen, beim Wasser, findet, von der gewöhnlichen sichtbaren Porosität. Nach der Lehre der Dynamisten erfüllt die Materie ihren Raum stets mit Beharrung. Sie nmmit an, alle Zwischenräume sind mit irgend einer Materie angefüllt. In diesem dynamischen Sinne giebt es also keine eigentlich leere Zwischenräume, wohl aber haben die Körper verschiedene Grade der Dichtheit, und diese hängen bloß von dem Vermögen ihrer Grundkräfte gegen einander ab.

Nach dem Sprachgebrauch legt man freilich nur denjenigen Körpern Porosität bei, welche viele und große Poren oder Zwischenräume haben, das heißt Körper, deren Wachsthum entweder viele Höhlungen erfordert, die, mit Flüssigkeiten erfüllt, nach der Austrocknung leer bleiben, oder die auch durch besondere Bildung bei ihrer ehemaligen Erkaltung ansehnliche Höhlungen behielten. In dem ersten Fall befindet sich z. B. der Schwamm, das Holz und die Blätter der Pflanzen, die Haut der Thiere, in dem andern der Bimstein, der Zucker und andere Salze u. s. w. Allein dies ist nicht der Begriff der Porosität, dies ist nur der Zustand der Körper, vermöge dessen sie sehr porös sind. Jene Porosität als allgemeine Eigenschaft, erstreckt sich weiter, und faßt und begreift alle die Räume (*Interstitia corporum*, Interstices des corps) in sich, die innerhalb den Grenzen eines Körpers von der ihm eigenen undurchdringlichen Materie nicht ausgefüllt sind.

Diese Zwischenräume, die größern sowohl, als die kleinern, dienen entweder fremden, zum Körper nicht

gehörigen Materien, z. B. der Luft, dem Wasser, zum Aufenthalt, oder sie sind noch mit feineren Stoffen erfüllt. Wahrscheinlich werden wenigstens alle die an der Oberfläche Befindlichen, von dem Medium erfüllt, das sie umgiebt, z. B. Luft, Wasser u. s. w. Uebrigens beweist schon das Vermögen aller Körper, sich beim Erkalten zusammenzuziehen, wie wir dies in der Folge bei den einfachen Stoffen aus dem Mineralreiche sehen und aus einander setzen werden, daß ihre Theilchen kleine Räume zwischen sich enthalten müssen, welche ihnen erlauben, sich einander zu nähern. Eben deswegen ist der Ausdruck: unmittelbare Berührung, dessen man sich oft zu bedienen pflegt, nicht buchstäblich wahr. Er bezeichnet blos den kleinsten respectiven Abstand, bis auf welchen sich die Theilchen der Körper in Hinsicht der Umstände, unter welchen sie sich befinden, einander nähern können.

Die Physiker beweisen die Porosität der Körper durch mehrere Versuche. Lassen Sie uns gleich anfangs einige derselben anstellen:

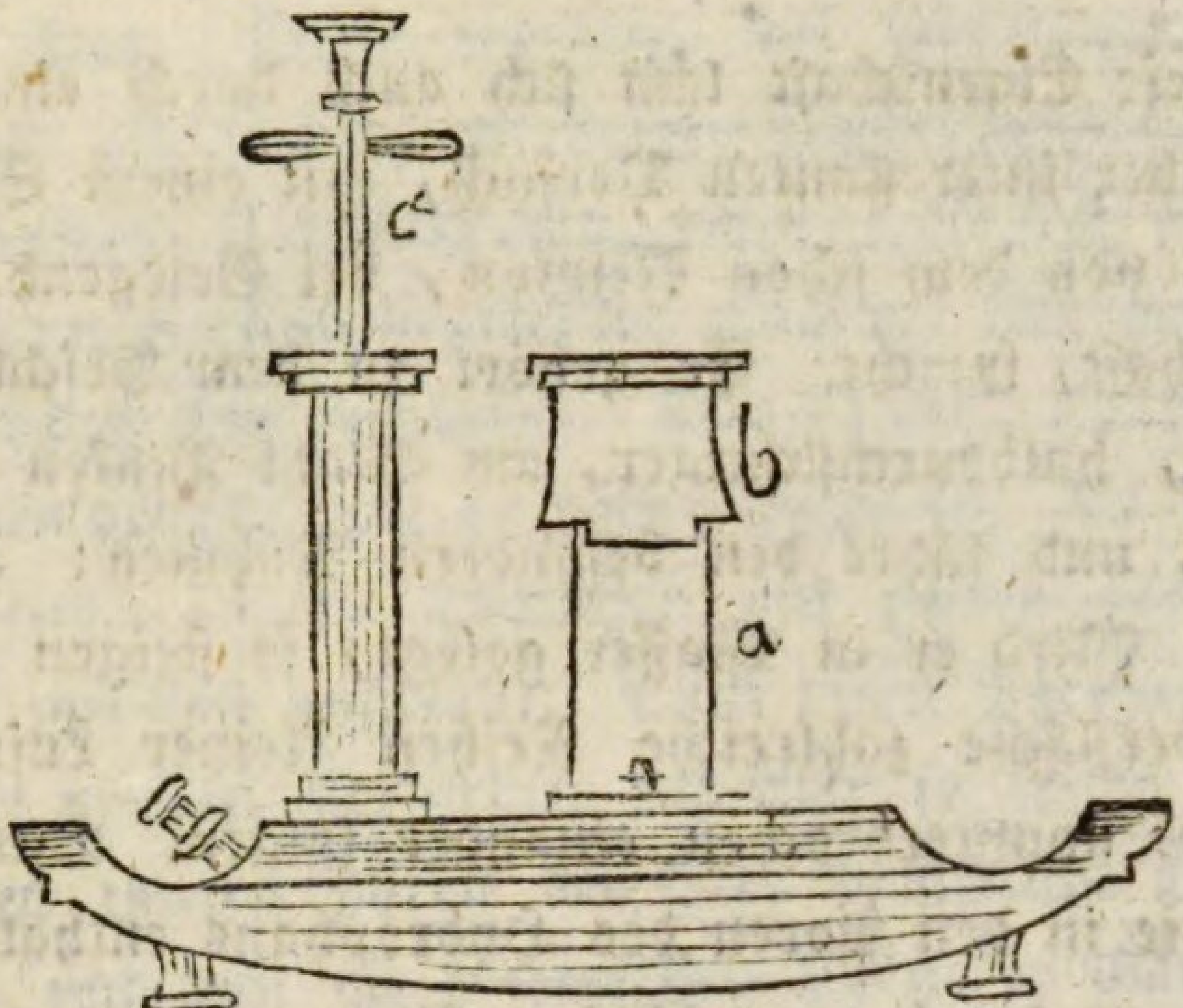
Fünfter Versuch.

Wenn Sie zwei gleich große Wein- oder Biergläser, das eine mit reiner Asche und das andere mit Wasser füllen, so nimmt das erste Glas das zweite in sich beinahe ganz auf; folglich mußten zwischen der gesiebten Asche so viel Zwischenräume sich befinden, daß das Wasser des andern Glases noch darin Platz hatte.

Sechster Versuch.

Durch ein Stück Ziegenleder dringt auf einen kleinen Druck hineingegossenes Quecksilber in kleinen Strahlen, und reinigt sich bei diesem Durchgange durch die Poren des Leders von Unreinigkeiten.

Siebenter Versuch.



Wenn Sie durch eine kleine sogenannte Handluftpumpe — (welche durch die obenstehende Figur vorgestellt wird, die ich aber jezt, weil dies vor der Hand noch unnöthig ist, unerklärt lasse, und ihre einzelnen Theile nicht angebe) — aus einem unten und oben eigends geschliffenen, 3 Zoll starken und 8 Zoll hohen Glascylinder a, welcher oben einen hölzernen Becher b mit einem ¾ Zoll dicken Boden auf einer feuchten Lederunterlage aufsitzen hat — die Luft auspumpen, was, vermöge der Vorrichtung der ganzen Maschine, in etwa acht bis zehn Zügen des Stempels c geschehen kann, und Sie haben vorher in den Becher Wasser gegossen, so wird diese Flüssigkeit durch die Poren des Bodens des Holzbechers eben so hindurchlaufen, wie das Wasser durch ein Sieb läuft — oder aber, wenn Sie die Vorrichtung treffen, daß der Boden des Holzbechers aus einem Stück recht starken Büffelleders besteht, und Sie füllen den Becher etwa zwei Finger hoch mit Quecksilber, so wird, bei den ersten Zügen des Pumpenstempels, das Quecksilber in der Gestalt eines silbernen Regens in die Röhre fallen.

Achter Versuch.

Diese Eigenschaft läßt sich auch durch einen einfachen, aber interessanten Versuch, mit einem Steine beweisen, von dem schon Newton, bei Gelegenheit dieser Eigenschaft, spricht. Er gehört zu dem Geschlecht der Agathe, halbdurchsichtiger, am Stahl Funken gebender Steine, und führt den besondern Nahmen: Hydrophan. Wird er in Wasser gelegt, so steigen von seiner Oberfläche zahlreiche Reihen kleiner Luftbläschen auf, die ununterbrochen einander folgen. Das Wasser treibt die in den Poren des Hydrophans enthaltene Luft heraus, wodurch zugleich der Stein einen hohen Grad der Durchsichtigkeit erhält, und schwerer wird. Denn wenn man ihn vor und nach dem Versuche reinigt, so findet man sein Gewicht merklich vermehrt. Ich lasse mich jezt darauf nicht ein, Ihnen die Ursach dieser erlangten, vermehrten Durchsichtigkeit zu erklären, sondern uns ist er hier nur ein sehr merkwürdiges Beispiel von der Porosität solcher festen Körper, die einen so schönen Glanz annehmen, und weil er es uns zugleich deutlich macht, daß man die Poren der innern Theile der Körper nicht leer von aller fremden Materie glauben muß. Ein Hydrophan von fünf Loth wird bei diesem Versuch sechs Loth schwer; er verliert aber durchs Trocknen das eingesogene Wasser, wiegt dann sein erstes Gewicht, und erhält zugleich seine natürliche Undurchsichtigkeit wieder.

Neunter Versuch.

Legt man ein frisches Ei in ein Weinglas voll Wasser, sezt dieses auf den Teller der Luftpumpe, überdeckt dasselbe mit einer Kampane (einem oben zugewölbten, unten rauh geschliffenen, länglichen Glase),

und pumpt aus demselben die Luft, so hängen sich schon, nach einigen Zügen, kleine Luftbläschen an die Schale des Eies. Diese werden, bei fortgesetztem Pumpen, immer zahlreicher; es steigen kleine Luftsäulchen, gleich rauchenden Schornsteinen, empor, die sich in dem Wasser ganz deutlich bemerkbar machen, und auf der Oberfläche desselben zerplatzen. Das Ei wird zulezt in größere Blasen gehüllt, die es völlig umgeben. Es ist also auch in seinen innern Theilchen mit Poren versehen, und diese mit Luft angefüllt. Eben dieser Porosität der Eierschale wegen, verderben die Eier so leicht, indem die in den innern Poren des Eies befindliche Luft verdunstet, und nun die materiellen Theile in Gährung gerathen; und schon Reaumur schlug das Mittel vor, um die Eier lange frisch zu erhalten, sie mit einer dünnen Lage von Fett oder Talg zu überziehen, wodurch die Poren der Schale verstopft und die Luft am Austreten gehindert wird.

Diese Zwischenräume wird man vorzüglich dann gewahr, wenn man den Körper in sehr dünne Theile trennt, und sie gegen das Licht kehrt. So enthält ein Blättchen des reinsten Goldes eine Menge Zwischenräume, wenn man es gegen ein Licht hält, wo es wie ein grünes Glas erscheint. Die mikroscopischen Ansichten dünner Metallscheiben oder Querschnitte von Zweigen, von dem härtesten Holze bis zu den zartesten Pflanzen, zeichnen sich nicht allein durch ihre unglaubliche Menge von Poren, sondern auch durch ganz eigenthümliche Anordnung derselben aus. Leuwenhoek zählte, mit Hülfe seines Mikroscops, auf einem Stücke Menschenhaut, $\frac{1}{10}$tel Zoll groß, hundert kleine Löcher oder Pori. Dies würde also auf einen Zoll tausend, und auf einen Fuß zwölftausend geben. Berechnet man nun

die Oberfläche eines erwachsenen Menschen ungefähr zu 14 Quadratfuß, so würden auf der ganzen Haut eines Menschen 2016,000,000 Löcher oder Pori gehen. Eben daher entfliehen auch, vermittelst der Transpiration, eine Menge der flüssigen Theile der Nahrungsmittel, selbst unabhängig von der stärkern Ausdünstung, welche man Schweiß nennt, und die nur zufällig ist. Der menschliche Körper besitzt eine unmerkliche Ausdünstung, die jeden Augenblick mehr oder minder wirksam ist, und die man vor den Versuchen des Santorius, Professors zu Padua zu Anfange des 17ten Jahrhunderts, für sehr unerheblich hielt. Dieser berühmte Gelehrte hatte die Geduld, einen Theil seines Lebens in einer Wagschale zuzubringen, um den durch diese Wirkung der unmerklichern Transpiration verursachten Verlust zu bestimmen. Er fand, daß wir ungefähr $\frac{5}{8}$ von den zu uns genommenen Nahrungsmitteln, in einer Zeit von 24 Stunden, durch diese Art Ausdünstung verlieren. Dodard, ein Französischer Arzt (n. 1634. † 1707), der nach ihm diese Versuche wiederholte, nahm sogar dabei Rücksicht auf das Alter, und fand, daß man in der Jugend mehr ausdünste, als im Alter. Nur vergaßen Beide, die Ausdünstung vermittelst der Lunge, oder das Ausathmen, von der Wirkung der Hauttranspiration abzuziehen; daher der berühmte Seguin, mit dem großen und unglücklichen Lavoisier, diese Wirkungen besonders bestimmten, und kleinere Resultate lieferten.

Erlauben Sie, daß ich hier schließe, und im folgenden Briefe diese interessante Materie endige, da ich, vielleicht nicht mit Unrecht, fürchte, Ihnen lästig zu werden, wenn ich den Ruhepunkt für Ihr Nachdenken zu weit hinaussetze. Ich bin mit Herzlichkeit Ihr ꝛc.

Siebenter Brief.

Meine würdigen Freunde,

Nach dem im fünften Briefe aufgestellten Begriffe von Undurchdringlichkeit kann kein Körper durch die materiellen Theile des andern dringen; es müssen also die Poren es seyn, die es überhaupt möglich machen, daß ein Körper von fremden, heterogenen Körpern durchdrungen werde. Alle Körper ohne Unterschied werden vom Feuer erwärmt, viele derselben vom Licht durchdrungen; es muß also der Wärme- und Lichtstoff, der erste sogar sie alle, sie ohne Unterschied, durchdringen, durch sie hindurchgehen und wieder entweichen, weil sie nach einiger Zeit wieder kälter werden. Dieses Durchdringen erstreckt sich nicht einmahl immer auf die feinen Flüssigkeiten der Luft und die noch viel feinern des Wärme- und Lichtstoffs, sondern selbst der schwerste flüssige Körper, das Quecksilber, durchdringt die Poren des Goldes, Kupfers, Messings, Zinns und Bleies, wie das Wasser die Poren des Schwamms und der Salze; dringt, in Salben aufgelöset, selbst in die Haut des menschlichen Körpers, drückt sich mit mäßiger Gewalt durch die Poren des Leders, sogar des Büffelleders. Das Wasser durchdringt die Poren der Salze, der Erden, der gepulverten Substanzen selbst mancher Steine, z. B. des Marmors, dessen von der Natur ungefärbte Stellen, durch die Kunst nachgeholfen, das heißt, von gefärbten Flüssigkeiten, durchdrungen werden können; das Oehl durchdringt den Schwefel und manche andere

Steine. Selbst flüssige Materien dringen gegenseitig in einander ein, und beweisen, daß auch sie die allgemeinen Eigenschaften der Porosität besitzen.

Zehnter Versuch.

Nehmen Sie, z. B., zwei Theile Vitriolöhl und einen Theil Wasser in ein, durch einen gläsernen Stöpsel zu verschließendes Gefäß, schütteln alles recht um, und verhüten sorgfältig, daß nichts verfliegt, so wird die Mischung, nachdem sich das Aufbrausen und die Hitze derselben gelegt, ein kleineres Volumen, als vorher, einnehmen, weil diese Flüssigkeiten wechselseitig in die gegenseitigen Poren eingedrungen sind.

Eilfter Versuch.

Zwei Theile Wasser und ein Theil Weingeist zusammen vermischt, erfüllen, nach der Vermischung, nicht mehr den Raum, den sie vorher einnahmen, sondern ziehen sich um $\frac{1}{20}$ des ganzen Volumens zusammen. Eben dies thun Wasser mit Salpetergeist, Salzgeist und zerflossenes Weinsteinsalz.

Zwölfter Versuch.

Wenn Sie eine kleine Goldmünze mit einigen Tropfen Quecksilber benetzen, diese ein wenig damit reiben, so wird sie in wenig Sekunden weiß, wie Silber, gefärbt. (Sie dürfen dann nur, um ihr die Goldfarbe wieder zu geben, sie, nach dem Versuche, mit einer Zange über glühende Kohlen halten, wo sich das Quecksilber bald verflüchtigt).

So schwer das Gold auch ist, indem es, nach der Platina, der schwerste aller Körper ist, so ist es dennoch, wie dieser zwölfte Versuch lehrt, sehr porös; denn wie anders könnten die Theile des Quecksilbers in ihn ein-

dringen? Nehmen wir nun an, was freilich nicht bewiesen ist, sich aber doch vertheidigen läßt, daß nur die Hälfte seines Volumens aus materiellen, das heißt, undurchdringlichen Theilen bestehe, und die andere Hälfte machten die Zwischenräume desselben aus, so ist das Wasser, bei gleichem Volumen, ungefähr um neunzehnmahl leichter, als Gold; es muß sich also in dem Raume des Goldes neunzehnmahl mehr Materie, als in dem gleich großen Raume des Wassers befinden. Wenn nun die im Raume des Goldes vorhandene Materie nur seine Hälfte ausmacht, so muß die im Raume des Wassers befindliche neunzehnmahl weniger betragen, das heißt, es müssen sich die Zwischenräume im Wasser zu den soliden Theilchen wie 38 zu 1 verhalten. Da nun der Kork 81½mahl leichter als Gold ist, so ist, nach dieser Berechnung, deutlich, daß sich bei ihm diese Zwischenräume wie 163 zu 1 verhalten müssen. Nun aber haben die Körper gewiß weit mehr Poren, als dieser ungefähre Ueberschlag berechnen läßt.

Damit Sie sich, meine jungen Freunde, einen recht deutlichen, bildlichen Begriff von der Art und Wirkung dieser Zwischenräume der Körper bilden können, so denken Sie sich mehrere Haarsiebe dicht auf und neben einander. Das Geflechte dieser Siebe wird zwar, zusammen genommen, einen festen Körper ausmachen; allein feine, trockene Staubtheile werden dennoch ungehindert durch dieselben hindurchgehen, wenn diese nur an sich selbst kleiner sind, als die Oefnungen des Siebes. Noch leichter werden Flüssigkeiten sich durchdrücken, noch leichter Rauch. So sind sehr vermuthlich auch die Zwischenräume der Körper mehr oder minder beschaffen, und so lassen sich manche unbegreiflich scheinende Wirkungen sehr leicht erklären.

Dreizehnter Versuch.

Nehmen Sie, z. B., eine recht blanke Silbermünze, umwickeln Sie dieselbe mit ganzen Lagen von Papier, schlagen Sie die umwickelte Münze noch in Leinwand ein, und sie wird dennoch in kurzer Zeit ganz schwarz werden, wenn Sie dieselbe über flüchtige Schwefelsäure halten, deren flüchtiger Geist sehr leicht durch die Poren aller Papierlagen hindurchgehen und bis zum Silber dringen wird.

Vierzehnter Versuch.

Wenn Sie ein klein wenig Bleizucker (das in distillirtem Essig aufgelöste und dann abgerauchte Bleiweiß) in Wasser auflösen, und, vermittelst einer neuen Feder, mit dieser Solution auf die lezte Seite eines etwa daumdicken Buches schreiben und es trocken werden lassen, so sehen Sie auch nicht die geringste Spur einer Schrift. Benetzen Sie nun die entgegenstehende Vorderseite des Buches mit Schwefelleber (die aus gleichen Theilen ätzendes, fixes Laugensalz, und gepulvertem Schwefel zusammen geschmolzen, bereitet ist), und machen es zu, legen es unter eine Presse, so ist, nach einer Viertelstunde, die Schrift sichtbar, indem die subtilen Theile der Schwefelleberluft (das geschwefelte Wasserstoffgas) die Blätter des Buches durchdringen und sich mit dem Bleikalk (dem Sauerstoffe der Bleihalbsäure) verbinden, wodurch die Schrift in brauner Farbe, und zuweilen stellenweise in metallischem Glanze dargestellt wird.

Es zeigen sich aber allerdings dennoch Erscheinungen bei diesen Zwischenräumen, die zu beweisen scheinen, daß die Größe derselben nicht die alleinige Bedingung des Durchdringens seyn könne. In einer Lamelle

von Kork, von einem Zoll im Durchmesser, befinden sich 1080 von einander abgesonderte Zellen, die nur durch äußerst dünne Scheidewände von einander getrennt sind, und dennoch hält guter Kork die Flüssigkeiten in gläsernen Gefäßen zurück, deren kleinste Theilchen unstreitig kleiner sind, als die Zellen des Korkes. Ein kameelhärenes Zeug, so weit auch seine Zwischenräume seyn mögen, läßt das Wasser nicht durchdringen; daher dieses Zeug am besten zu Regenmänteln zu benutzen ist. Ja selbst einer der feinsten Körper, das Licht, durchdringt nicht alle Körper, und wären auch ihre Theile viel größer, da es hingegen andere Körper, z. B. Glaskrystall, Diamant, sehr leicht durchdringt.

Es ist übrigens beinahe unglaublich, wenn man berechnet, wie wenig Raum die soliden und undurchdringlichen Theile der Körper einnehmen würden, wenn sie mit vollkommener Dichte zusammengepreßt wären. Freilich übertreibt es der berühmte, aber paradoxe Pristley, wenn er behauptet, daß die ganze solide Materie des Sonnensystems in einer Nußschale Platz hätte; er geht sogar so weit, alle Solidität zu läugnen. Allein, so wenig auch der Schöpfer des Weltalls solide Theile nöthig hatte, um seine Körper zu bilden, so war doch dieses Wenige Etwas, und ohne dieses Etwas kann man sich weder Körper, noch Wirksamkeit desselben denken.

Ich kann diese Betrachtung über Porosität nicht schließen, ohne Ihnen zugleich, meine jungen Freunde, noch zwei Versuche zu empfehlen, die freilich mehr zu den spielenden gehören; indessen können sie ebenfalls dazu dienen, die Eigenschaft selbst zu beweisen, und sind leicht anzustellen.

Funfzehnter Versuch.

Nehmen Sie ein Ei, mahlen Sie, vermittelst eines neuen Pinsels, mit geschmolzenem Talg auf dasselbe Ihren Nahmen oder eine Figur, legen dann, nachdem es kalt geworden, das Ei in Weinessig, und lassen es über Nacht in demselben liegen, so wird die Essigsäure alle nicht mit Talg bedeckten Theile der kalkartigen Schale des Eies auflösen, es rauh machen, und wenn Sie die Schrift oder Figur von dem Talge befreien, sich glatt und erhaben darstellen.

Sechszehnter Versuch.

Eben dasselbe wird geschehen, wenn Sie auf ein Marmorplättchen eben so mit Talg schreiben oder mahlen, und, nachdem es hart geworden, mit verdünntem Scheidewasser auf einem Teller die Platte übergießen.

Es wird mich übrigens sehr freuen, wenn Ihnen mein Unterricht immer angenehmer wird; denn dies ist mein einziger Wunsch. Mit väterlichem Gefühl nenne ich mich Ihren &c.

Achter Brief.

Geliebte Jünglinge,

Ehe ich noch zu der Betrachtung einer andern allgemeinen Eigenschaft fortschreite, sey es mir erlaubt, einige Gegenstände hier zu berühren, deren Auseinandersezzung ich nicht übergehen darf. Es ist dies

Dichtigkeit (*Densitas*, Densité) ein Ausdruck, womit man den Begriff der Vertheilung der Masse oder Materie eines Körpers durch den Raum, den er einzunehmen scheint, bezeichnet. Diese Dichtigkeit ist bald größer, bald geringer, je nachdem ein Körper in demselben Raum mehr oder weniger Materie enthält. So sagt man, die Dichtigkeit eines Körpers sey zweimahl so groß, als die Dichtigkeit eines andern, wenn nemlich der Körper zweimahl mehr Materie in demselben Raum enthält, als der andere. Wir erhalten also den Begriff der Dichtigkeit nur durch die Vergleichung; daher ist dieser Begriff relativ. Wir nehmen, bei der Bestimmung desselben, immer Rücksicht auf andere Körper, das heißt, wir können nie die Dichtigkeit eines Körpers an und für sich selbst bestimmen, sondern nur, wie vielmahl sie größer oder geringer sey, als die eines andern Körpers, mit dem wir ihm vergleicheu. Das Quecksilber ist allerdings ein dichter Körper, seine Dichtigkeit aber läßt sich durch keine Zahl bezeichnen. Nur erst die Vergleichung desselben, z. B. mit dem Wasser, lehrt, daß sie vierzehnmahl größer ist, als die Dichtigkeit des Wassers, weil ein Kubikzoll Quecksilber vierzehnmahl mehr Materie enthält, als ein Kubikzoll Wasser. Nicht die Dichtigkeit des Quecksilbers also wird durch diese Zahl bestimmt, sondern nur das Verhältniß desselben in Ansehung seiner Dichtigkeit zu der des Wassers.

Nimmt man nun die Dichtigkeit eines bestimmten, überall bekannten und sich gleichbleibenden Körpers als Einheit an, so läßt sich dann die Dichtigkeit eines jeden andern Körpers durch irgend eine Zahl ausdrücken, die dann so vielmahl größer oder geringer ist, als die Dich-

tigkeit selbst, die man bezeichnen will, größer oder kleiner ist. Weil man nun durch die Erfahrung gelernt hat, daß die Dichtigkeit des von aller fremden, ihm beigemischten Materie gereinigten destillirten Wassers, oder, in Ermangelung desselben, auch nur des Regenwassers, aber nicht dessen, was von den Dächern der Häuser gelaufen, sondern was man im Freien aufgefangen, bei einem gleichen Grade der Wärme, immer und unter allen Umständen dieselbe ist, so hat man diese Dichtigkeit als Einheit angenommen, und bezeichnet sie mit der Zahl = 1. Unter dieser Voraussetzung kann man nun die Dichtigkeit eines jeden Körpers finden, wenn man ihn mit dieser Einheit vergleicht. So ist z. B. das Quecksilber = 14 : 1.

Wenn ferner ein Körper in jedem gleich großen Theile seines Raumes gleich viel Materie enthält, so bezeichnet man diesen Zustand mit dem Nahmen einer gleichförmigen Dichtigkeit; ist dies aber nicht der Fall, enthält ein Theil desselben mehr oder weniger Materie, als der andere, so nennt man dies: der Körper besizt eine ungleichförmige Dichtigkeit. So enthält ein Kubikzoll Blei in jedem Theile seines Raumes eben so viel Materie, als in dem andern, und ist darum ein Körper von gleichförmiger Dichtigkeit; der Hammer eines Schmiedes aber enthält offenbar mehr Materie in seinen, aus Eisen gemachten Theilen, als in dem Stiele, der gewöhnlich von Holz ist. Es ist also ein Körper von ungleichförmiger Dichtigkeit. Bei Körpern dieser Art, von verschiedener Dichtigkeit der Theile, muß eigentlich eine jede insbesondere bestimmt werden. Betrachtet man aber den Körper so, als ob alle zu ihm gehörigen Materien durch seinen ganzen Raum gleichförmig vertheilt wären, so erhält man die mittlere Dichtigkeit desselben.

Ein

Ein Körper kann überdies, in Ansehung seiner Dichtigkeit, eben darum, weil der Begriff derselben relativ ist, bald mehr, bald weniger dicht seyn, je nachdem der Körper ist, mit dem man ihn vergleicht. So ist das Holz, in Vergleichung mit dem Golde, ein wenig dichter Körper; eben dasselbe ist aber, in Vergleichung mit dem Schwamm, ein sehr dichter Körper, weil dieser, bei gleichem Umfange, weit weniger Materie, weit mehr Zwischenräume enthält, als das Holz.

Es kömmt also hierbei auf die Masse (*Massa*, Masse) der Körper, oder auf die Menge ihrer undurchdringlichen Theile an. Man muß dies Wort ja nicht etwa mit Größe verwechseln. Die Masse richtet sich nur bei solchen Körpern, die von einerlei Art oder von einerlei Dichtigkeit sind, nach der bloßen Größe; hingegen bei solchen Körpern, die nicht von einerlei Art, nicht von einerlei Dichtigkeit sind, ist Masse und Größe oft sehr verschieden. Wenn Sie zwei Kubikzoll Blei vor sich haben, so werden Sie allerdings zwei Körper von einerlei Masse und einerlei Größe besitzen. Wäre aber der eine Kubikzoll Holz, so würden zwar beide Körper einerlei Größe, aber nicht einerlei Masse haben; der erste würde ungleich mehr Masse enthalten, als der andere, weil das Blei viel weniger und kleinere Poren, und folglich mehr körperliche Theile, als das Holz, besitzt. Man kann daher auch nicht die Masse eines Körpers nach seinem Raum, sondern nach seinem Gewicht bestimmen.

Daraus haben nun die Naturlehrer zwei Sätze hergeleitet, die als allgemeingeltend festgestellt sind.

1) Bei gleichem Umfange verhalten sich die Dichtigkeiten der Körper wie ihre Massen.

So enthält ein Kubikzoll Quecksilber vierzehnmahl mehr Masse, als ein Kubikzoll Wasser, weil es vierzehnmahl mehr wiegt, als dieses. Das Quecksilber ist also vierzehnmahl dichter, als das Wasser. Ein Körper heißt daher vierzehnmahl so dicht, wenn er in eben dem Raum vierzehnmahl so viel Masse enthält.

2) Wenn die Massen gleich sind, die Umfänge aber ungleich, so stehen die Dichtigkeiten der Körper im umgekehrten Verhältnisse mit ihren Umfängen.

Wenn Sie also den Umfang von einem Pfunde Quecksilber mit dem Umfange, den ein Pfund Wasser einnimmt, vergleichen, so finden Sie, daß dieser leztere vierzehnmahl mehr ausgedehnt ist, als der Umfang des Quecksilbers, und gerade so viel mahl weniger Dichtigkeit wird also das Wasser gegen das Quecksilber haben müssen.

Mehr von dieser wichtigen Materie wird da vorkommen, wo ich von der specifischen Schwere der Körper reden werde; denn alles, was von der Dichtigkeit gilt, gilt auch von ihr. Ich empfehle Ihnen das Ueberdenken dieses Briefes, und bin mit Achtung Ihr ꝛc.

Neunter Brief.

Geliebte Freunde,

Wir haben gesehen, daß alle Körper ohne Ausnahme ausgedehnt sind, oder nicht da aufhören, wo sie anfangen. Wir sprachen ferner von dem Unterschiede der geometrischen oder eingebildeten, und der physischen oder

wirklichen Theilbarkeit. Jene geht ohne Ende fort, weil wir uns jede Ausdehnung als ein Continuum denken, und es ohne Ende theilen, weil wir uns zwischen zwei Punkten immer noch einen dritten denken können. Diese kann irgendwo aufhören.

Die Theilbarkeit (*Divisibilitas*, Divisibilité)

ist also die allgemeine Eigenschaft aller Körper, vermöge deren sich jeder Körper in kleine, dem Ganzen ähnliche Theile, zerstücken läßt, wenn ein Verfahren angewendet wird, das diese Theilung möglich macht. Dieses Verfahren ist nach der Verschiedenheit der Körper verschieden. Die Theilbarkeit selbst übersteigt alle unsere Einbildung. Ihre Grenzen, wenn sie anders Grenzen hat, sind so weit hinausgesteckt, daß die Körper Theile besitzen, die so fein sind, daß ihre Aufzählung beinahe ins Unglaubliche geht. Ich darf Sie nur, theure Jünglinge, auf die unbegreifliche und beinahe nicht zu berechnende Feinheit der Lichtstrahlen aufmerksam machen, auf jene Erfahrungen, die man, vermittelst eines Mikroscops, jeden Tag machen kann. Wenn hier der kleinste Sandkorn als ein Klumpen zusammengesezter Steinmasse erscheint; wenn der Schimmel (Mucor), jenes unter dem Mikroscop so prächtige, an der Grenze der organischen Natur stehende Gewächs, das eben so prachtvoll wie bewundernswürdig in seiner ganzen Natur ist, wenn dieser Schimmel als ein Wald erscheint, mit unzähligen Baumstämmen und Zweigen, und in ihm lebenden, nicht geahndeten Insekten; wenn ein Tropfen kahmiger Essig als ein mit vielen Schlangen angefülltes Wasserbehältniß erscheint, so werden Sie

mir leicht zugeben, daß auch der kleinste Körper der Natur, eine fast undenkbare Menge Theilchen in sich vereinige.

Schon die menschliche Kunst kann die mechanische Theilkraft bis auf einen beinahe unglaublichen Grad treiben. Lassen Sie uns hiervon einige Beweise sehen:

Das Gold ist ein sehr dehnbares Metall. Ein Gran desselben kann, nach Reaumür, in $36\frac{1}{2}$ Quadratfuß ausgedehnt werden. Rechnen Sie nun auf jeden Zoll 200 sichtbare Theile, so wird ein Quadratzoll 40,000 enthalten, welche mit bloßen Augen zu erkennen sind. Er ist aber in $36\frac{1}{2}$ Quadratzolle ausgedehnt, folglich $36\frac{1}{2} \cdot 40{,}000 = 1{,}460{,}000$ Quadrate, und weil das Blattgold auf beiden Seiten sichtbar ist, so sind 2,920,000 mit unbewafnetem Auge zu erkennende Theile in einem Grane Gold.

Bei der Golddrathzieherarbeit treibt man diese Dehnbarkeit (Duktilität) des Goldes noch viel weiter. Man nimmt einen Cylinder Silber von 45 Mark, und überzieht denselben mit einer Unze Gold. Diesen Cylinder vergoldeten Silbers zieht man nach und nach durch immer kleinere Löcher, und erhält dadurch am Ende einen, auf allen seinen Punkten mit einer dünnen Goldhaut belegten Drath, der, trotz seiner Dünnheit, dennoch ein zusammenhängendes Ganzes ausmacht, und als eine hohle, undurchsichtige Röhre zurückbleibt, wenn man das Silber durch Scheidewasser auflöset. Dieser Silberdrath ist 110 Französische Meilen lang. Eine Meile enthält zweitausend Toisen, folglich:

$110 \times 2000 = 220{,}000$ Toisen.

Eine Toise hat sechs Fuß, folglich:

$220{,}000 \times 6 = 1{,}320{,}000$ Fuß.

Ein Fuß hat zwölf Zoll, folglich:

1,320,000 × 12 = 15,840,000 Zoll.

Ein Zoll hat zwölf Linien, folglich:

15,840,000 × 12 = 190,080,000 Linien.

Nehmen Sie nun auf jede Linie nur zwölf erkennbare Theile an, so entstehen:

190,080,000 × 12 = 2,280,960,000 sichtbare Theile.

Man unterscheidet aber an dem Drathe wenigstens zwei Flächen, nemlich die äußere und die innere, oder die, welche das Silber berührt, folglich müssen diese Theile wenigstens verdoppelt werden; also würde die ganze Summe seyn:

2,280,960,000 × 2 = 4,561,920,000 Theile.

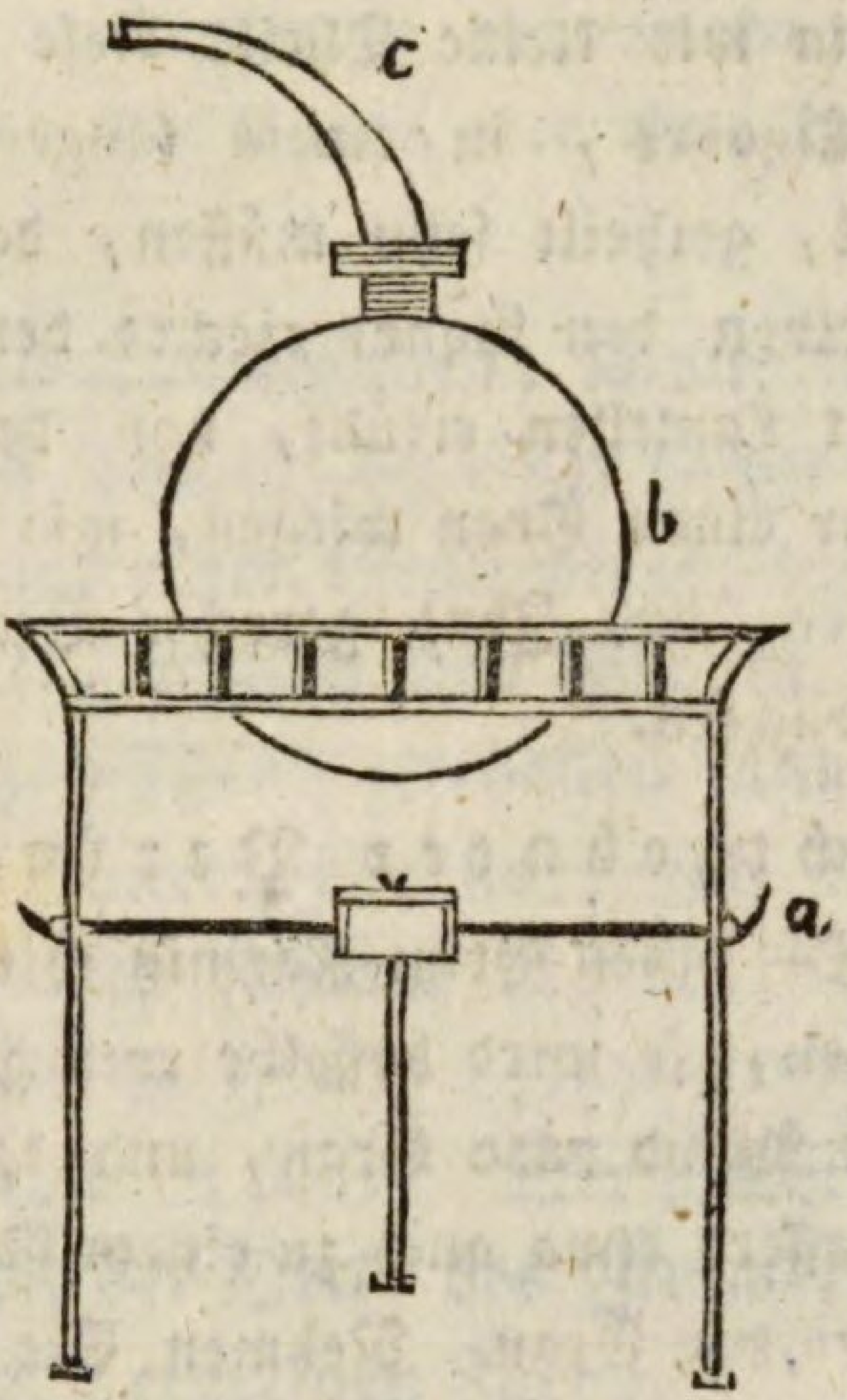
Noch viel größer ist die Theilbarkeit riechender Substanzen. Boyle hat ein eigenes Werk darüber geschrieben, das Sie, bei der Aufzählung der physikalischen Schriften, die mir als Quellen, oft mit ihren eigenen Worten, bei der Bearbeitung dieses Werkes dienten, und die ich dankbar nennen und preisen werde, finden werden. Diese Ausflüsse (*effluvia*, *exhalationes*, exhalaisons) sind von einer nicht zu berechnenden Feinheit. Ein Gran Moschus kann ein Zimmer auf zwanzig Jahre lang mit merklichem Geruch erfüllen, wenn auch die Luft in demselben alle Tage abgeändert und erneuet wird. Eine Masse Assa fötida verlohr, ihres unausstehlichen Geruchs ungeachtet, in sechs Tagen in freier Luft nur $\frac{1}{8}$ Gran von ihrem Gewicht, woraus Keil berechnet, daß die Größe eines jeden Theilchens geringer, als 38 Trillionentheilchen eines Kubikfußes gewesen sey. Diese Ausflüsse dringen daher oft durch die feinsten Zwischenräume, und werden von andern Körpern, sehr vermuthlich durch eine Wirkung der An=

ziehung, theils auf der Oberfläche festgehalten, theils in das Innere der Körper wirklich eingesogen. So haben oft die verderblichen Ausflüsse kranker Personen, auf eine bisweilen unbegreifliche Art, Krankheiten propagirt, und z. B. das fürchterliche Uebel der Pest verbreitet. Sennert erzählt, daß, nach der Pest zu Breslau im Jahre 1542, ein Pack Leinwand vierzehn Jahre gelegen, und, nach dieser Zeit, in einer andern Stadt aufgewickelt, noch eine gefährliche Ansteckung an manchen Orten verbreitet hat. Diemenbroek erzählt, daß ein Mann in Nimwegen nur mit dem Fuße ein Pack Stroh fortgeschoben hätte, worauf ein Pestkranker vor acht Monaten gelegen, das aber während der Zeit, die überdies hauptsächlich im Winter gefallen, an freier Luft gelegen hatte, und von diesem Fortstoß eine Pestbeule am Fuße bekommen hätte, ohne übrigens das gewöhnliche Fieber zu fühlen, oder sonst krank zu seyn.

Es ist ausgemacht, daß auch der Mensch, wie Sie, meine schätzbaren Freunde, schon im vorigen Briefe bei der unmerklichen Ausdünstung gesehen haben, unaufhörlich etwas von seinen Bestandtheilen verliehrt. Freilich wird dies durch Nahrungsmittel und andern Zugang wieder ersezt; allein es bleibt zugleich ausgemacht, daß nach einer Anzahl von Jahren, bei den immerwährenden Veränderungen seiner festen und flüssigen Theile, der Mensch einen ganz neuen, andern Körper, statt des vorigen, bekömmt.

Um uns diese unglaubliche Theilbarkeit riechender Substanzen deutlicher zu machen, diene folgendes Experiment:

Siebenzehnter Versuch.



Auf einem metallenen Postament mit drei Füßen befindet sich a ein Behältniß von Metall, das zur Bequemlichkeit und verschiedenem Gebrauch durch an die Seite angebrachte Oesen herauf und herunter geschoben werden kann. In dieses Behältniß wird, beim Gebrauch, Weingeist gegossen und angezündet. Oben auf dem Postamente liegt eine kupferne Kugel b, die mit einer Schraubenmutter versehen ist, in welche eine mehr oder minder gebogene Röhre c eingeschroben werden kann. Das Ganze ist dauerhaft gearbeitet, weil Gestell und Kugel auch zu manchen andern Versuchen, wie wir sehen werden, genuzt wird. Man füllt die Kugel zur Hälfte mit Wasser, und gießt dazu einige Tropfen eines stark riechenden Liquors, etwa Lavendelgeist oder Rosenessenz, verdampft nun die Flüssigkeit, und ein hoher, langer und tiefer Saal, worin der Versuch vorgenommen, wird in allen Punkten mit merk-

lichem Geruch erfüllt. Nun berechnen Sie in Gedanken, denn für die Rechenkunst würde es beinahe unaussprechbar seyn, in wie kleine Theile diese wenige Tropfen riechenden Liquors, in einem langen, breiten und hohen Saal, getheilt seyn müssen, da man in jedem Punkte desselben den Liquor riecht; denken Sie sich dabei ihn mit Lamellen erfüllt, von der Zartheit, daß $36\frac{1}{2}$ Fuß nur einen Gran wiegen, wie wir beim Golde gesehen haben, und Ihre gerechte Verwunderung muß allerdings wachsen.

Achtzehnter Versuch.

Wenn Sie einen Gran Karmin mit 10 Pfund Wasser übergießen, so wird dasselbe roth gefärbt. Rechnen Sie auf ein Pfund 7680 Gran, und das Gewicht eines Tropfen Wassers etwa auch zu einem Gran, so betragen 10 Pfund 76,800 Gran. Nehmen Sie nun im Durchmesser des Tropfens nur zehn erkennbare Theile, und dies ist gewiß sehr wenig, so enthält der ganze Tropfen 1000 solcher Theile. Der Gran Karmin wird also wenigstens in 768,000,000 sichtbare Theile getheilt.

Neunzehnter Versuch.

Lösen Sie vier Gran Eisenvitriol in vier Pfund Wasser auf, und träufeln zu dieser Auflösung einige Tropfen geistige Galläpfeltinktur hinzu, so wird selbige durchaus schwarz. Nach der vorigen Regel wiegen vier Pfund Wasser 30,720 Gran. In vier Gran Eisenvitriol ist höchstens ein Gran Eisen. Demnach wären in diesem Gran Eisen 30,720,000 sichtbare Theilchen.

Zwanzigster Versuch.

Ein Gran Kupferspäne, in Salmiakgeist aufgelöset, färbt 392 Kubikzoll Wasser mit einer sehr schönen blauen Farbe. Nehmen Sie nun an, daß in jedem Theile dieses Liquors (Pigments) von der Größe eines

Sandkorns, deren eine Million auf einen Kubikzoll gehen, sich nur ein Theilchen Kupfer befindet, so haben Sie den Gran Kupfer in 392,000,000 sichtbare Theilchen zertheilt. Sie können aber ohne Zweifel das Doppelte nehmen.

Der einfache Seidenfaden, so wie ihn der Wurm spinnt, ist so fein, daß er, bei einer Länge von 180 Ellen oder 360 Fuß, nur einen Gran wiegt; da man nun den Zoll noch in 600, mithin den Fuß in 7200, mithin die Elle in 14,400 Theile zertheilen kann, deren jeder die Größe einer Haaresdicke hat, und also dem unbewafneten Auge noch sichtbar ist, so folgt, daß man diesen Gran Seide in 180 × 14,400 = 2,592,000 sichtbare Theile zertrennen kann. Der Faden, an dem sich die Spinnen von der Decke des Zimmers herablassen, besteht aus 60,000 einzelnen Fäden.

In den Infusionen des Pfeffers (Wasser, das, auf Pfeffer gegossen, in der Sonne gestanden) fand Leuwenhoek, durch sein Mikroscop, Thierchen von dreierlei Größe. Die kleinsten derselben hatten nur den tausendsten Theil eines Sandkörnchens im Durchmesser. Es giebt also Infusionsthierchen, deren körperlicher Inhalt nur den 1,000,000,000sten Theil eines Sandkorns ausmacht. Nun aber haben diese organisirten Körper (diese Thierchen) doch auf jeden Fall Glieder, gewiß wenigstens innere Theile, vielleicht auch äußere Glieder, um wie vielmahl müssen wir denn diese Zahl vermehren, um die Zahl dieser unendlich kleinen Theilchen zu bestimmen?

Sie finden in den Schriften der Naturforscher noch weit mehr dergleichen Beispiele und Berechnungen, indessen ist es an diesen genug, um uns den Satz deutlich zu machen, daß die Theilbarkeit der Körper beinahe allen

Glauben übersteigt, und unsere Einbildungskraft in Erstaunen sezt.

Um Ihnen einen Beweis zu geben, wie weit es selbst die menschliche Fertigkeit in Bildung des sehr Kleinen bringen kann, so hören Sie zwei kleine Beispiele. Ich sah einst in einem Kunstkabinet zwei Dutzend Löffel, eben so viel Gabeln und Messer, also zwei und siebenzig Körper, und sie alle hatten Platz in einem — Kirschkerne. In einem andern Kunstkabinetchen sah ich das Bildniß unsers großen Reformators, des ehrlichen Martin Luthers. Er war, nach Lucas Cranach, mit seiner Gattin im Brustbilde gezeichnet, uud beide Bilder hatten ungefähr die Größe Eines mäßigen Octavblattes. Ich hielt es auf den ersten Anblick für ein sehr feines Tuschgemälde, und die vielen Spitzen und Verzierungen des Halses und der Brust der guten Catharina von Bora zwangen mich zum Lächeln; aber wie erstaunte ich, als mir der Besitzer ein Vergrößerungsglas reichte, und das ganze Gemälde, die mühsamste Mühsamkeit eines geduldigen Künstlers, die Evangelien der vier Evangelisten, vom Anfang bis zu Ende, in ununterbrochener Folge enthielt. Die Buchstaben waren so fein, daß man ihre herauf und heruntergehenden Figuren, die wie feine, in einander gelaufene Pinselstriche aussahen, für ein Tuschgemälde halten konnte.

Ich schließe diesen Brief mit einer kleinen Geschichte, deren Wahrheit ich verbürge, und die zugleich, bei der Betrachtung dieser allgemeinen Eigenschaft, den vollgültigsten Beweis geben muß, daß die Theilbarkeit der Körper jede Vorstellung übertrifft.

Ein durchaus glaubwürdiger, sehr schätzbarer Mann, hatte einen Jäger in seinen Diensten, und wurde von einem bedeutenden Manne in Berlin gebeten, ihm diesen

jungen Menschen zu überlassen. So ungern er es auch that, so machte es doch seine Lage nöthig, diesen Wunsch als Befehl aufzunehmen. Der Jäger hatte sich einen Jagdhund erzogen, und schenkte, beim Abschiede, denselben seinem alten Herrn, weil ihn dieser darum gebeten hatte. Wegen der großen Anhänglichkeit des Thieres an den Jäger, vorzüglich aber wegen seiner Vortreflichkeit, glaubte dieser nicht sicher genug gehen zu können. Er sperrte ihn, bei sehr guter Kost, vierzehn Tage ein; allein da der Hund nichts aß, sondern nur, und dieses selten, trank, so war er genöthigt, ihn halb todt aus seiner Kammer herauszulassen, und zu sehen, ob die Freiheit ihn wieder gesund machen würde. Kaum war der Hund aus seinem Gefängnisse, so lief er spornstreichs den Postweg nach Berlin, wo er zuvor nie gewesen, welchen Weg er nie gemacht. Sein neuer Besitzer, neugierig, ob es möglich sey, daß dieses Thier seinen alten Herrn wiederfinden würde, schrieb sogleich mit der Post an den Herrn des Jägers, und es ergab sich, daß der Hund, krank und zum Skelett abgehungert, in zwei Tagen einen Weg von zwanzig Meilen gemacht, und, kaum athmend, zu den Füßen seines Aufziehers augelangt war.

Wenn Sie nun bedenken, daß dieses Thier, freilich mit einem sehr feinen Geruchsorgan versehen, dennoch gewisse Merkzeichen haben mußte, die ihm als Wegweiser dienen konnten; daß diese Merkzeichen, da er den Weg nie vorher gemacht, in nichts anderem, als in den Ausflüssen der Ausdünstungen durch die vermuthlich starke und dichte Sohle seines alten Herrn bestanden haben konnten; wenn Sie bedenken, daß während den sechszehn Tagen so mancher Wind die allenfalsige, auf dem Sand und Grase zurückgebliebene Spur verweht haben mußte, daß vielleicht mancher Andre den

Weg in dieser Zeit gegangen, und am Ende die Ausdünstungen des einen Menschen von denen eines andern doch nicht so sehr verschieden seyn können, daß überdies der Weg über eine Fähre ging; wenn Sie dies bedenken, so werden Sie sich wenigstens eine, wenn auch nicht klare, doch ungefähre Vorstellung von der außerordentlichen, allen Glauben übersteigenden Feinheit der Theilchen machen können.

Ich empfehle mich Ihrem Wohlwollen, und bin unausgesezt Ihr etc.

Zehnter Brief.

Geliebte Jünglinge,

Alle Körper in der Natur bestehen aus Theilen, die von einander getrennt werden können, oder sie besitzen die allgemeine Theilbarkeit; dies war der Gegenstand des vorigen Briefes, in welchem ich Sie zugleich darauf aufmerksam machte, daß die Körper in einem unglaublich hohen Grade theilbar wären. Ich führte Ihnen Erfahrungssätze an, machte Sie aufmerksam auf Versuche, die dies noch mehr bestätigten; demungeachtet ist diese Theilbarkeit immer nur eine Kleinigkeit gegen die Theilbarkeit des Lichts, des Wärmestofs, der elektrischen und magnetischen Materie. Sezte uns schon der vorige Brief mit seinen Berechnungen in Erstaunen, so muß uns, um nur eines zu erwähnen, die Theilbarkeit des Lichts, das man doch auch zu den körperlichen Substanzen rechnen muß, man mag nun Newtons

Emanationssystem, oder Eulers Schwingungen anneh=men, eine noch weit größere Bewunderung abzwingen. Wenn Sie sich im Freien auf den Rücken legen, so kön=nen Sie durch die geringste Oefnung, durch einen Na=delstich in einem Kartenblatte, einen sehr großen Raum des Himmels übersehen, und stellen Sie diesen Versuch des Abends an, so überblicken Sie durch diese kleine Oefnung eine unnennbare Menge Sterne. Von jedem Punkte dieser Körper müssen also Lichtstrahlen in Ihr Auge kommen, und diese unzuberechnende Menge der Lichtstrahlen müssen insgesammt, ohne einander zu stöh=ren, ohne sich mit einander zu mischen oder zu vereinen, durch das mit der Nadel gestochene Loch hindurchgehen. Sie werden zu seiner Zeit mehr über diesen wichtigen Gegenstand erfahren. Gewiß sind die Theile der elek=trischen und magnetischen Materie noch viel feiner.

Es frägt sich nun allerdings: sind diese Körper, die wir in so kleine Theile zerlegen können, bis ins Un=endliche theilbar, oder hört die Theilung irgendwo auf, hat sie ihre Grenzen? Diese Frage hat viele und große Streitigkeiten unter den Philosophen und Physikern ver=anlaßt. Die Vertheidiger der beiden Hauptmeinungen haben allen möglichen Scharfsinn angewendet, um Be=weise zu Gunsten ihrer Meinung und Schwierigkeiten gegen die andre zu finden; allein die Wissenschaft selbst ist dadurch nicht erweitert worden. Endlich, da man eingesehen hat, daß die Grenzen der Natur für uns nur die Grenzen der Erfahrung und Beobachtung seyn können, so verbannte man alle diese, für die Fortschritte unsers Wissens unfruchtbare Fragen völlig aus der Naturlehre, und anstatt zu untersuchen, was sich nicht untersuchen läßt, ob die Körper bis ins Unendliche theilbar sind, untersuchte man, wie

weit der Mensch diese Theilbarkeit zu bringen im Stande sey.

Die Atomisten, so sehr auch die berühmtesten der neuern Französischen Naturlehrer diesem System anhängen, können es doch schlechterdings nicht beweisen, daß es überhaupt Atomen oder lezte Theilchen gebe, untheilbare Grundkörperchen, Molecülchen, die kein künstlicher Proceß, keine in der Natur existirende Kraft zu theilen oder zu ändern vermöge. Es ist der Sache gewiß angemessener, anzunehmen, daß die Materie in dem Raum, den sie einnimmt, bis ins Unendliche theilbar ist. Freilich kann dies auch nicht bewiesen werden; allein die Vorstellung selbst verträgt sich am besten mit derjenigen Vorstellung, die man sich von dem Wesen der Materie macht.

Alle diese Theile der Körper sind nun entweder gleich= oder ungleichartig. Die **gleichartigen** (*partes homogeneae*, *integrantes*, parties intégrantes) sind mit dem Körper, von dem sie genommen wurden, von ganz gleicher Art und Beschaffenheit. Man nennt sie schlechthin **Theile**, und erhält sie durch die **mechanische Theilung** des Ganzen, zu dem sie gehörten, und zwar auf mancherlei gewaltsame Art, durch Zerstoßen, Zermalmen, Zerschneiden, Zerreissen u. s. w., und ihre Theilung besteht eigentlich nur in der Aufhebung des Zusammenhanges vermittelst einer äußerlich auf sie wirkenden Gewalt, der sie nicht widerstehen können. So ist z. B. die Feilung des Goldes nichts anders, als Gold, das, geschmolzen, eben so rein und von derselben Beschaffenheit ist, als das, von dem es gefeilt wurde. Die **ungleichartigen Theile** (*partes heterogeneae*, principes des corps), die man zum Unterschiede von den gleichartigen: **Bestandtheile** oder

Grundstoffe, nennt, erhält man durch die **chymische Theilung** (Zerlegung, Zersetzung, Scheidung) zusammengesezter Körper. Diese Theilung, welche die Chymie lehrt, und die bei den verschiedenen Körpern auch durch verschiedene Mittel bewirkt werden muß, kann nicht anders geschehen, als daß die Natur des getheilten (des in seine Bestandtheile zerlegten) Körpers ganz zerstört wird.

Ein Beispiel soll Ihnen dies erläutern. Wenn Sie Zinnober, ein Farbematerial von schönem, rothem Ansehen, das man vorzüglich zur Bereitung des Siegellacks benuzt, im Mörser stampfen oder reiben, so verwandelt er sich in ein Pulver, das um so feiner ist, je länger das Zerreiben dauert; allein die Staubtheile, in welche er zerstoßen worden, sind dasselbe, was der ganze Körper war — Zinnober, und es ist kein anderer Unterschied, als — daß sie sehr klein sind. Farbe, Mischung, Schwere und alle Eigenschaften desselben sind bei dem ganzen Stück so, wie bei dem kleinsten Staubtheilchen. Zerlegen Sie aber durch eine chymische Operation den Zinnober in seine Bestandtheile, so erhalten Sie Quecksilber und Schwefel, zwei ganz verschiedene, ungleichartige Körper; und dies Verfahren nun heißt: eine Auflösung oder Zersetzung.

Diejenigen von diesen Bestandtheilen, die sich nicht durch fortgesezte chymische Operationen in ungleichartige Theile mehr zerlegen lassen, erhalten den Nahmen: **Grundstoffe, Urstoffe, Elemente.** Und hier ist's, wo wir mit Achtung und Ehrfurcht für eine Wissenschaft erfüllt werden müssen, der wir diese Entdeckungen verdanken. Die Chymie war's, die uns diese einfachen Stoffe oder Elemente kennen lehrte. Komme ich einst zu diesem schönen Zweige der Natur-

lehre, so sollen sie einzeln der Gegenstand unserer Betrachtung seyn. Jezt nur im Allgemeinen so viel, daß die von den Alten, seit Aristoteles Zeiten, angenommenen vier Grundstoffe: **Erde**, **Luft**, **Wasser** und **Feuer**, bis auf das lezte aufgehört haben, Elemente zu seyn, da der berühmte Lavoisier, unter andern wichtigen Entdeckungen, auch Mittel fand, das Wasser z. B. in seine Bestandtheile, in Wasserstoff und Sauerstoff, aufzulösen, und daß man eine, im Verhältniß große Zahl neuer Elemente, an die Stelle der alten sezte.

Um Ihnen einen allgemeinen Ueberblick derselben zu ertheilen, will ich sie hier namentlich, und zwar nach dem antiphlogistischen System, aufführen. Sie verdienen gewiß diesen Ueberblick recht sehr, und heißen:

1) Der Wärmestoff. *Materia caloris*, calorique.
2) Der Lichtstoff. *Materia luminis*, lumière.
3) Der Wasserstoff. *Hydrogenum*, Hydrogène.
4) Der Sauerstoff. *Oxicum*, Oxigène.
5) Der Stickstoff. *Azotum*, Azote.
6) Der Kohlenstoff. *Carboneum*, Carbone.

Salze.

7) Das Pflanzen- oder Gewächs-Alkali. *Alcali vegetabile*, Alcali fixe végétal ou potasse.
8) Das Mineral-Alkali. *Alcali minerale*, Alcali minéral ou Soude.

Erden.

a) Alkalische Erden.

9) Kalkerde. *Terra calcarea*, Terre calcaire.
10) Talkerde, Magnesia, Bittersalzerde. *Magnesia Edinburgensis*, Magnésie du sel d'Ebsom.

11) Schwer-

11) Schwererde, Barşterde. *Barita*, Baryte.

12) Strontionerde. *Terra Strontionis*, *Caledonia*, Calédonie.

b) Bildsame Erde.

13) Thonerde. *Terra argilacea*, terre d'alun, Alumine.

c) Harte, steinige Erde.

14) Kieselerde. *Terra silicea*, terre vitrisiable, silice.

d) Neuentdeckte Erden.

15) Yttererde, Gadolinerde. *Terra Gadolina.* (Entdecker: Gadolin 1794).

16) Glycin- oder Süßerde, Beryllerde. *Terra glucinea*, glucine. (Entdecker: Vauquelin, Klaproth 1798).

17) Zirkonerde, Hyacintherde. *Circonia*, terre de Jargon. (Entdecker: Klaproth, Guyton-Morveau 1798).

Brennbare Substanzen.

18) Phosphor. *Phosphorus*, Phosphore.

19) Schwefel. *Sulphur*, Soufre.

Metallische Substanzen.

20) Arsenik. *Arsenicum*, Arsenic.

21) Braunstein. *Magnesia nigra*, Manganese.

22) Eisen. *Ferrum*, Fer.

23) Quecksilber. *Argentum vivum*, *Mercurius*, Mercure.

24) Spiesglanz. *Antimonium*, Antimoine.

25) Zink, *Zincum*, Zinc, Etain de glace.

26) Wismuth. *Bismuthum*, Bismuth.

27) Kobald. *Cobaltum*, Cobalt.

28) Nickel. *Niccolum*, Nickel.

29) Blei. *Plumbum*, Plomb.

30) Zinn. *Stannum*, Etain.

31) Kupfer. *Cuprum*, Cuivre.

32) Silber. *Argentum*, Argent.

33) Gold. *Aurum*, Or.

34) Platina del Pinto. *Platina*, Platine, or blanc.

Neuentdeckte metallische Substanzen.

35) Molybdän, Wasserblei. *Molybdaena*, Molybdène. (Entdecker: Scheele, Hielm, Brisson 1778).

36) Wolfram. *Lapis ponderosus*, Tungstène. (Entdecker: Bergmann, Gebrüder d'Elhuyar 1785).

37) Uran. *Uranium*, Uranite. (Entdecker: Klaproth, Richter 1790).

38) Titan. *Titanium*, Titan. (Entdecker: Gregor, Klaproth 1795).

39) Tellur. *Tellurium*, Tellur. (Entdecker: Müller von Reichenstein, Klaproth 1798).

40) Chromium. *Chromium*, Chrom. (Entdecker: Klaproth, Vauquelin, Rose, Gehlen 1798).

41) Columbium. *Columbium*. (Entdecker: Hatchett 1801).

42) Tantalum. *Tantalum*. (Entdecker: Geijer 1802).

43) Cerium. (Entdecker: Hisinger, Berzolius. — Klaproths Ochrit, eine ganz neu entdeckte Erde).

Unbekannte, und nur analogisch-vorausgesezte Substanzen.

44) Der Stoff der Kochsalzsäure. *Materia acidi salis*, radical muriatique.

45) Der Stoff der Flußspathsäure. *Materia acidi fluoris mineralis*, radical fluorique.

46) Der Stoff der Boraxsäure. *Materia acidi boracis*, radical boracique.

Gewiß eine sehr bedeutende Anzahl Elemente; indessen ist so viel gewiß, daß das, was uns jezt Element scheint, weil die Kunst noch kein Mittel fand, es zu zerlegen, vielleicht einst in einer spätern Periode, von unsern Enkeln in neue Grundstoffe zerlegt, und so alte Elemente als zusammengesezte Körper aus der Reihe derselben entfernt, und neue an deren Stelle gesezt werden.

Doch ich schließe endlich diesen Brief, der Ihnen Stoff genug zum Ueberdenken giebt, und bin mit Freundschaft und Liebe Ihr 2c.

Eilfter Brief.

Meine Theuren,

Sie haben in den beiden vorhergehenden Briefen sehr ausführlich und überzeugend gesehen, daß die Körper aus Theilen bestehen. Sie werden aber auch gewiß bemerkt haben, daß sowohl bei der mechanischen als chymischen Theilung, oder bei der Zertrennung eines Körpers in seine homogenen Theile sowohl, als bei der Zerlegung desselben in seine Bestandtheile, eine gewisse Gewalt oder Kraft angewendet werden muß. Die Theile eines Körpers haben also einen **Zusammenhang**, der, nach Verschiedenheit der Körper, bald größer, bald kleiner, aber doch immer von der Beschaffenheit ist, daß eine **gewisse** Gewalt angewendet werden muß, um sie zu trennen. Diese Eigenschaft heißt nun die

Cohäsion. (*Cohaesio seu cohaerentia corporum*, Cohésion ou cohérence des corps.)

Sie ist, wie die Theilbarkeit, eine allgemeine Eigenschaft aller Körper, weil alle sich berührende Theile eines Körpers eine solche Verbindung besitzen, daß oft eine, nach Verhältniß sehr große Kraft, angewendet werden muß, um diesen Zusammenhang zu trennen. So hangen z. B. die einzelnen Theile eines Eisendraths, von $\frac{1}{10}$tel Zoll im Durchmesser, mit einer solchen Kraft zusammen, daß 450 Pfund Gewicht oder Kraft angehangen oder angewendet werden muß, um ihn zu zerreissen. Ein Drath von Kupfer, von derselben Stärke, erfordert nur $299\frac{1}{4}$ Pfund, von Gold nur 50 Pfund. Ein Zinndrath von demselben körperlichen Verhältniß reißt durch $49\frac{1}{2}$ Pfund, und ein Bleidrath bedarf nur eine Kraft von $29\frac{1}{2}$ Pfund zu seiner Zerreissung. Aber auch die Theile flüssiger Körper hängen unter sich zusammen, und es muß zu ihrer Trennung ebenfalls, wenn auch keine so große, doch eine gewisse Kraft angewendet werden. Freilich braucht sie in vielen Fällen nur klein zu seyn. Meist sind sie schon durch ihr eigenes Gewicht vermögend, sich von ihrem Zusammenhange zu trennen und sich in Gestalt eines Tropfens loszureissen. Diese allgemeine Eigenschaft führt auch den Nahmen: anziehende Kraft, Kraft der Attraktion (*Attractio*, Attraction). Bezeichnete dies Wort blos das durch die Cohäsion bewirkte Phänomen, so könnte man es wohl gelten lassen; da es aber leicht mit der Anziehung, welche auch in der Ferne wirkt, verwechselt werden kann, so ist es sicherer, sich des Ausdrucks: Cohärenz, zu bedienen.

Um recht genau zu sprechen, so wird von einigen bedeutenden Naturforschern, unter andern auch von

unserm würdigen Hermbstädt, diejenige Kraft, mit welcher die Theile eines Körpers sich zu vereinigen streben, die **Cohärenz**, und das Phänomen des Zusammenhanges, welches dadurch entsteht, die **Cohösion** genannt.

Da übrigens diese Cohösion ein so wichtiges Phänomen ist, weil ohne diese allgemeine Eigenschaft die Erde und ihre Erzeugnisse ein unförmliches Chaos seyn würden, so hat es an Bemühungen in allen Zeiten nicht gefehlt, die Ursach dieses Zusammenhanges zu enthüllen. Eine Hypothese verdrängte die andere. Bald dachte man sich diesen Zusammenhang als eine Wirkung der Trockenheit, bald nahm man an, es befänden sich zwischen den kleinen Theilchen ein Leim oder wohl gar kleine Häkchen, die in einander griffen. Die Hauptfrage aber: woher dieser Leim, diese Häkchen? wurde übergangen. Nach dem Descartes war die Ursach des Zusammenhanges Ruhe bei den festen, Bewegung bei den flüssigen Körpern; nach Bernoulli der Druck einer flüssigen Materie, des Aethers, der, wenn die Körper viel Zwischenräume hätten, um so besser in das Innere derselben dringen und ihren Zusammenhang schwächen könnte. Nach dieser Theorie müßten also die flüssigen Körper die größten Pori haben, weil ihr Zusammenhang der kleinste ist. Newton war dieser Hypothese nicht ganz abgeneigt, denn die von ihm herrührende Lehre von der Attraktion wurde von ihm nie so ausgedehnt, daß sie eine der Materie wesentliche Kraft sey. Hube findet die Grundursach der Cohösion in dem elektrischen Anziehen. Im dynamischen Sinne ist Zusammenhang, die Anziehung in unmittelbarer Berührung, **Flächenkraft**, und sie ist um desto stärker, je größer die Anzahl der Berührungspunkte ist. Indessen, meine jun-

gen Freunde, man gewinnt durch diese Erklärungen nichts. Sie setzen immer eine weitere neue Ursach voraus, die unenthüllt bleibt. Es ist gewiß weit besser, gerade heraus und ehrlich zu sagen, daß wir von der Ursach des Zusammenhanges, so wie von manchen andern Dingen, gar nichts wissen, und es bleibt uns nichts zu thun übrig, als uns an die Erfahrung zu halten und zu versuchen, ob wir nicht aus mehreren Erscheinungen wenigstens die Gesetze der Cohösion, nach denen sie wirkt, bestimmter entdecken können.

Die Stärke der Cohösion ist bei den Körpern sehr verschieden, und diese Verschiedenheit ist die Veranlassung jener Eintheilung, nach welcher man sie in feste und flüssige theilt. Die **festen** (*Corpora solida*, Corps solide) hängen so innig zusammen, daß sie der Trennung einen merklichen Widerstand entgegen setzen; die **flüssigen** (*Corpora fluida*, Corps fluide) äußern keinen merklichen Widerstand, haben einen so schwachen Zusammenhang in ihren Theilen, daß die geringste Kraft ihn aufhebt. Sie befinden sich in einem mittleren Zustande zwischen Festigkeit und Zertrennung. Es giebt zwar auch feste Körper, z. B. nasser Thon, trockener Sand, deren Theile durch eine geringe Bewegung sich von einander trennen lassen. Allein wenn man die kleinen Theilchen, z. B. die Sandkörner, aufs neue zertheilen will, so läßt sich dies nicht so leicht bewerkstelligen, als die Zertheilung eines großen Stückchens, welches sich hingegen bei den flüssigen Körpern ganz anders verhält. Der feinste Tropfen Wasser, der nur unsern Sinnen noch merklich ist, kann mit eben so leichter Mühe, als eine größere Menge, von diesen flüssigen Körpern zertheilt werden; daher kann man flüssige Körper auch so bestimmen, daß es diejenigen sind, bei deren

kleinsten nach sinnlichen Theilchen ein so geringer Zusammenhang, als bei den größern Theilen wahrgenommen wird.

So wenig es nun, wie Sie gesehen haben, absolut dichte Körper giebt, eben so wenig kennt der Naturforscher absolut feste Körper, d. h. solche, die jeder trennenden Kraft widerstrebten. Obwohl indessen diese Firmität ein relativer Begriff ist, so kann man doch die Festigkeit jedes individuellen Körpers seine absolute Festigkeit nennen. So sagt man: die absolute Festigkeit des Goldes, des Silbers. Indessen ist dies auch ein ganz anderer Begriff. Eben so wenig giebt es absolut flüssige Körper. Die Natur sezte keine bestimmte Grenzen zwischen Festigkeit und Flüssigkeit. Es scheint vielmehr, daß der Wärmestoff allein schon den größten Einfluß auf diesen ihren Zustand habe. So verwandeln sich feste Körper in flüssige durch den Beitritt einer hinlänglichen Menge Wärmestoffes, wie z. B. das Schmelzen der Metalle und mehrerer Körper beweiset; und auf der andern Seite verwandelt sich das flüssige Wasser in einen festen Körper, und wird zu Eis, wenn der zum Flüßigseyn des Wassers erforderliche Wärmestoff entweicht.

Sogar das Quecksilber, von dem man ehedem glaubte, es gefriere gar nicht, und sey wesentlich flüssig, verliehrt sowohl in natürlicher, als in einer durch Kunst verstärkten Kälte seine Flüssigkeit, wie es die Versuche zeigten, welche die Akademisten, besonders der Professor Braun zu Petersburg, im December 1759 zuerst anstellten. Als dieser an einem sehr kalten Tage, die Temperatur war 34 Grad Fahrenheit, ein Thermometer in Schnee sezte, welchen er, zur Verstärkung der Kälte, mit rauchendem Salpetergeiste vermischt hatte, so fiel das Quecksilber in der Röhre bis auf

352 Grad Fahrenheit oder 500 der de L'Islelschen Skala, und wurde, zu seinem großen Erstaunen, zu einem, dem feinsten, polirten Silber ähnlichen Klumpen, der sich, wie vollkommenes Metall, hämmern und mit einem Messer schneiden ließ, und sowohl dem Klange, als der Härte nach, wenig vom Blei zu unterscheiden war, verwandelt. Seine Biegsamkeit war in diesem Zustande stärker, als die des Bleies und reinen Goldes, und durch einen Fall von 3 Fuß Höhe wurde eine kugelförmige Masse platt gedrückt. Hutchins, Gouverneur zu Albany-Fort, der von England aus den Auftrag erhielt, diese Versuche zu wiederholen, brachte es mehrere mahle zum frieren, und seine Versuche lehrten, daß der wahre Gefrierpunkt des Quecksilbers weit unter dem Geglaubten liegt, indem er schon 39 Grad nach Fahrenheit ist, daß das Sinken bis auf 352 Grad ein Irthum, und davon herrührt, weil in dem Augenblick des Gefrierens eine starke Zusammenziehung des flüssigen Metalls erfolgt, und das Thermometer in diesem Zustande überhaupt aufhört, einen Maaßstab der Wärme abzugeben. In Sibirien hat man nachher sehr oft bemerkt, daß bei diesem viel geringern Grad der Kälte das Quecksilber in freier Luft seine Flüssigkeit verlohren hatte. Schon 1772 bemerkte Pallas zu Krasnojarsk dieses Festwerden sowohl im Thermometer, als in einer offnen Schale, und zu Werchnoe Kolynsk ist die Kälte fast den ganzen Winter hindurch 36 Grad Fahrenheit.

Die Wirkung, welche die Kraft zur Trennung der Körper auf die Veränderung ihrer Figur äußert, ist sehr verschieden. Darauf beruhen die Eintheilungen der Körper in harte, weiche, zähe, spröde und elastische Körper. Die Auseinandersetzung dieser wichtigen Eintheilung soll uns der Gegenstand eines neuen Briefes werden. Ich empfehle mich übrigens Ihrer Gewogenheit ꝛc.

Zwölfter Brief.

Geliebte Jünglinge,

Die Eintheilung der Körper, mit der ich meinen vorigen Brief schloß, ist in sich selbst so wichtig, daß sie es wohl verdient, in einem eigenen Briefe Ihr Nachdenken zu beschäftigen. Sie sind also, in Ansehung ihres Zusammenhanges, **hart, weich, zähe, spröde, elastisch.** Lassen Sie uns jede dieser Eigenschaften einzeln durchnehmen.

Hart heißt ein Körper, wenn sich seine Gestalt, das ist, die Lage seiner Theile gegen einander, durch Druck und Stoß nur sehr schwer ändern läßt.

Die **Härte** oder **Rigidität** (*Durities, Rigiditas*, Dureté)

ist also die Eigenschaft der Körper, vermöge welcher sie einen Widerstand einer trennenden Kraft entgegensetzen. Man kann die Theile eines harten Körpers ohne Gewalt weder dichter an einander schieben, noch nehmen sie überhaupt Eindrücke an. Indessen ist diese Härte ebenfalls ein relativer Begriff, und die Naturforscher kennen keinen vollkommen harten Körper. So nennt man z. B. Steine, die am Stahle Funken geben, harte Steine, weil zur Trennung ihrer Theile eine Kraft erfordert wird, welche zugleich vermögend ist, die Theile des Stahls zu trennen. Indessen besizt kein Stein eine solche Härte, die ihn unzerstörbar machte; selbst der Diamant wird durch sein eigenes Pulver (Demant-

bord) geschliffen, brennt beim Glühen unter der Muffel mit heller Flamme, und löset sich in unmerklich kleine Theile, in einen blauen Rauch auf.

Weich heißt ein Körper, wenn sich seine Gestalt, das heißt, die Lage seiner Theile gegen einander, durch eine Kraft leicht ändern läßt.

Weichheit (*Mollitas*, Mollité)

ist also die Eigenschaft, vermöge welcher der Körper leicht Eindrücke annimmt, ohne sich, nach aufgehobener Kraft, in seine vorige Form wieder auszudehnen. Wachs und Butter sind weiche Körper. Auch die Weichheit ist ein relativer Begriff. Selbst ein harter Körper kann unter Umständen und in Vergleichung mit einem andern weich seyn. So ist z. B. das Silber hart gegen das Blei, weich gegen das Eisen. So kann man mit der weichen Butter in dem harten, spröden Pech, Eindrücke machen, wenn die erste kalt, und das lezte warm ist. Auf die flüssigen Körper läßt sich indessen der Begriff: **weich**, nicht anwenden; denn ob man gleich die Lage ihrer Theile leicht ändern kann, so behalten sie doch nicht die ihnen gegebene Gestalt. Die Mittel, harte Körper in weiche zu verwandeln, sind theils der Wärmestoff, theils die Feuchtigkeit. Beide schwächen ihren Zusammenhang.

Zähe heißt ein Körper, wenn man seinen Theilen alle Lagen gegen einander geben kann, ohne daß sie dadurch ihren Zusammenhang verlieren.

Zähigkeit, Dehnbarkeit, Streckbarkeit, Geschmeidigkeit (*Ductilitas*, Ductilité)

ist also die Eigenschaft, vermöge welcher die Körper durch auf sie wirkende mechanische Kräfte nach allen Richtungen verschoben, in alle beliebige Lagen versezt

werden können, ohne daß ihr Zusammenhang leidet. Wir haben bei der Theilbarkeit von der außerordentlichen Dehnbarkeit des Goldes ausführlich gesprochen. Die Phänomene dieser Dehnbarkeit lassen sich überhaupt auch nur im vorzüglichen Verstande bei den Metallen anschaulich machen. Sonst nimmt man das Wort Zähigkeit häufig in einer andern Bedeutung, und bezeichnet damit z. B. nassen Thon, weiches Pech, weiches Wachs. Auch unterscheidet man bei dieser Eigenschaft des Zusammenhanges zwei verschiedene Zustände derselben, nennt den einen **geschmeidig** (*malleabile*, malléable), wenn die Lage beträchtlich verlängert werden kann, steif (*strictum*, roide), wenn dies nicht ist. Die Zähigkeit ist übrigens ein relativer, mittlerer Zustand der Körper zwischen Festigkeit und Flüssigkeit, und sehr vermuthlich eine Wirkung des Wärmestoffs, der zwar groß genug, den Zusammenhang ihrer Theile zu schwächen, aber nicht so groß ist, sie in Flüssigkeit zu verwandeln. Ist sie der Flüssigkeit entgegen gesezt, so heißt sie Tenacität (*Tenacitas*, Ténacité), und man unterscheidet sie sorgfältig von der Klebrigkeit (*Viscositas*, Viscosité) oder derjenigen Zähigkeit, die mit Anhängen an andere Körper verbunden ist.

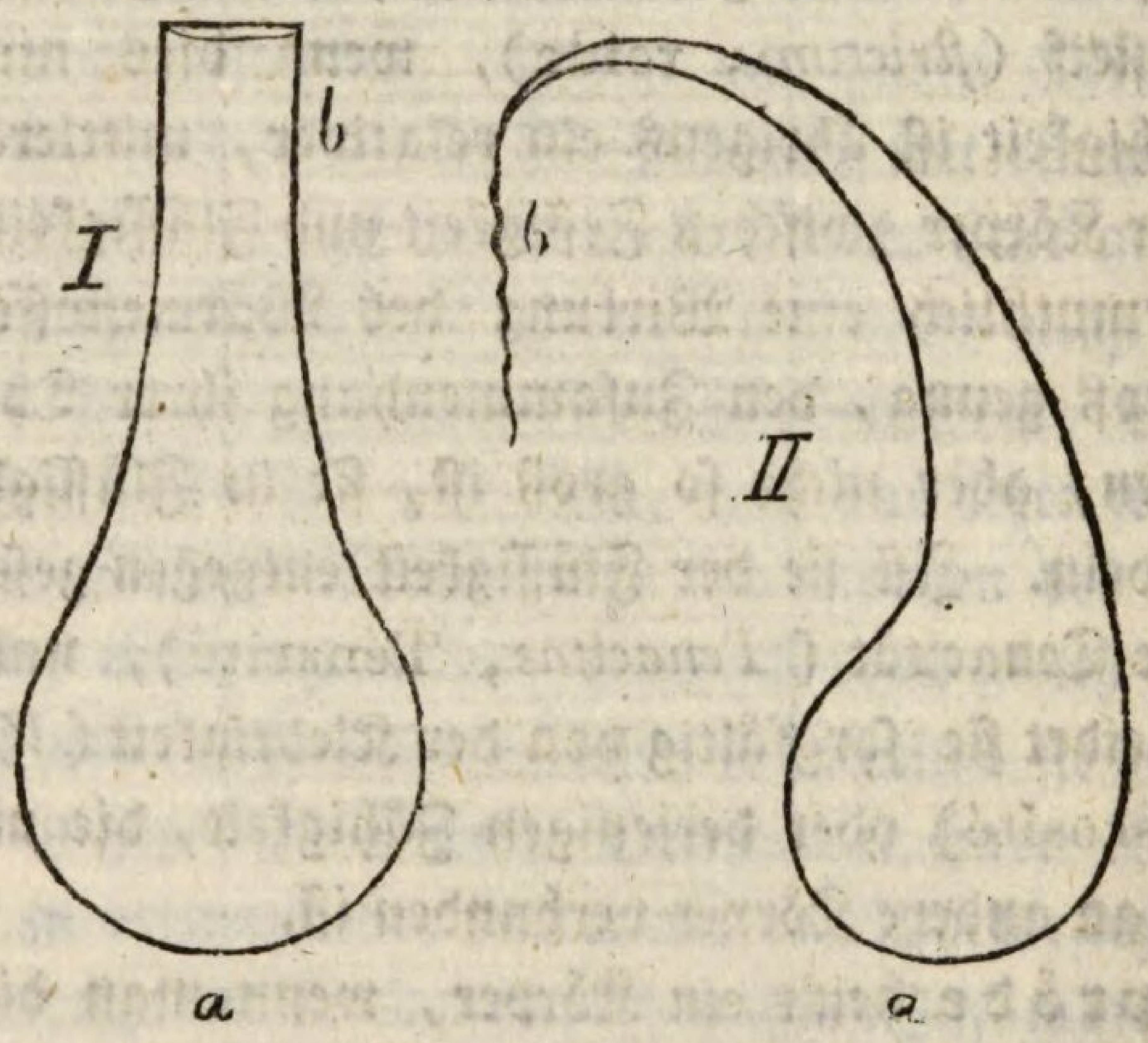
Spröde heißt ein Körper, wenn man die Lage seiner Theile nicht anders als mit gänzlicher Trennung seiner Cohösion ändern kann.

Die Sprödigkeit, Brüchigkeit, Zerbrechlichkeit, Zerreibbarkeit (*Fragilitas*, Fragilité),

die der Gegensatz der Dehnbarkeit ist, besteht also darin, daß die Theile der Körper durch mechanische Kräfte sich nicht an und von einander schieben lassen, ohne zu zerbrechen. Diese Eigenschaft ist indessen ebenfalls relativ.

Ein Körper kann unter Umständen spröde, er kann auch dehnbar seyn. Das Glas z. B. läßt sich zu den feinsten Fäden spinnen. Man machte sonst von diesem, so fein wie Haar gesponnenen, vielfarbigen Glase Perrücken und Federn zum Kopfschmuck für Damen, die eine außerordentliche Elasticität besaßen und an die Stelle der Reiherfedern gebraucht wurden, und dennoch ist das Glas, wenn es mehr oder minder schnell erkaltet, ein mehr oder minder, oft sehr spröder Körper.

Ein und zwanzigster Versuch.



Eine ganz besondere Sprödigkeit besitzen die Bologneser Flaschen oder Springkolben, Fig. I. (*Phialae Bononienses*, Matras de Bologne). Es sind kleine birnförmige, ziemlich dicke Kolben, von weißem Glase, die von außen a einen sehr beträchtlichen Schlag aushalten, aber durch das allerkleinste Stückchen Feuerstein, von der Größe eines Hirsekorns, in die Oefnung b hineingeworfen, in mehrere Stücke zerspringen. Sie werden, wie ander Glas, geblasen, allein nicht im Kühlofen,

sondern in der freien Luft abgekühlt. Dadurch erkalten die äußern Glastheilchen eher, als die innern, und bekommen eine ungleiche Spannung; der scharfe, hineingeworfene Körper, macht in ihnen einen Riß, der sich, als Anfang der Trennung, sogleich durch die gespannten Theile fortsezt.

Die Glastropfen Fig. II. (*Lacrymae vitreae*, Larmes de verres) bestanden in flüssigem Glase, von dem man einen Tropfen in kaltes Wasser fallen ließ. Sie nehmen dadurch die Gestalt eines ovalen Körpers an, der sich in einem langen, dünnen Schweif endigt, und besitzen die merkwürdige Eigenschaft, daß sich der ovalrunde Theil mit dem Hammer schlagen und abschleifen läßt, ohne zu zerbrechen, da hingegen, wenn man ein kleines Stückchen des dünnen Schweifes abbricht, der ganze Tropfen sogleich in feinen Glasstaub zerspringt. Die Ursach dieser Erscheinung liegt einzig in dem plözlichen Abkühlen derselben im Wasser. Beide Körper verlieren diese ihnen eigenthümliche Sprödigkeit, wenn man sie auf glühende Kohlen legt, und sie langsam nach und nach erkalten läßt.

Ich schließe diese Betrachtungen über Härte, Weichheit, Zähigkeit und Sprödigkeit, und werde im folgenden Briefe eine überall verbreitete, im Grunde allgemeine Eigenschaft der Körper, zum Gegenstande unserer Betrachtung wählen, wobei ich im Voraus Ihr ganzes Nachdenken in Anspruch nehme, und bin mit Achtung Ihr rc.

Dreizehnter Brief.

Meine Theuren,

Lassen Sie mich nun in einem eigenen Briefe mich über die Elasticität ein wenig weiter verbreiten, weil die Erscheinungen derselben sehr wichtig bei der Betrachtung der Eigenschaften der Körper sind, und sie ohne genaue Kenntniß, nicht etwa ihrer Natur, denn die kenne ich selbst nicht, sondern ihrer Gesetze, nicht im Stande sind, sie richtig zu beurtheilen.

Elastisch sind diejenigen Körper, die das Vermögen besitzen, ihre Figur in den vorigen Zustand von selbst wieder herzustellen, wenn die äußere Kraft, die sie verhinderte, aufhört, zu wirken.

Elasticität, Schnellkraft, Federkraft, Spannkraft, Springkraft (*Elasticitas*, Elasticité)

ist also die Eigenschaft, vermöge welcher ein Körper, wenn er durch eine Kraft **ausgedehnt** oder **zusammengepreßt** war, nach aufgehobener Wirkung seine Gestalt und die vorige Lage seiner Theile mit Schnelligkeit wieder einnehmen kann. So nimmt z. B. ein Bogen, den man mit Hülfe der daran befindlichen Sehne anspannt, das heißt, ihm eine gekrümmte Lage giebt, seine vorige Gestalt wieder an, sobald die Spannung der Sehne nachläßt. So schnellte der Stempel der Spritze in dem ersten Versuche wieder von selbst zurück, und eben dies Zurückschnellen ist Beweis der Elasticität der Luft. Man nahm diese Eigenschaft

vorzüglich an den Federschäften der Vögel wahr, und nannte sie daher **Federkraft**, und nannte sie überhaupt eine **Kraft**, weil sie Bewegungen veranlaßte, und jede Ursach einer Bewegung Kraft seyn muß.

Die Körper äußern diese Wiederherstellung ihrer Figur entweder durch Zusammenziehung oder Ausdehnung ihrer Theile; daher unterscheidet man die Elasticität gleich anfangs in eine **zusammenziehende**, attraktive, und **ausdehnende**, expansive. So äußern z. B. die zusammengepreßte Luft, die Gasarten, die Dünste, der Wärmestoff, die Lichtmaterie, das elektrische und magnetische Fluidum eine ausdehnende Elasticität; der Caoutchouk oder Federharz, die Darmsaiten, die Stahlfedern, das Elfenbein, die Stricke eine zusammenziehende Elasticität. Aus diesen Beispielen sehen Sie schon, meine jungen Freunde, daß nicht bloß feste Körper, sondern auch flüssige, elastisch seyn können; allein freilich findet unter denselben ein wichtiger Unterschied Statt, der sich am Ende darauf concentrirt, daß bei den festen Körpern Elasticität ein Bestreben ist, die vorige Gestalt wieder anzunehmen, bei den flüssigen aber das Bestreben, sich durch größere Räume auszubreiten. Beide Erscheinungen sind von verschiedener Natur, und müssen aus verschiedenen Ursachen hergeleitet werden. Einige neuere Naturforscher, unter andern unser berühmter Green, gebrauchen das Wort **Federkraft** oder **Springkraft** nur bei der Erscheinung, vermöge welcher die Körper ihre Figur durch Zusammenziehung wieder herstellen, und bezeichnen die Erscheinung, daß sich die Körper in ihren vorigen Raum ausbreiten, durch das Wort **Expansivkraft**. Diese ist ihnen eine eigenthümliche, von der Ursach der erstern wesentlich verschiedene Grundkraft

der Materie. So besitzen also die Dünste eine Expansivkraft, hingegen die Darmsaiten eine Federkraft; und alle Elasticität sezt die Eigenschaft voraus, daß die Körper sich in einen engern Raum bringen lassen. Diese Eigenschaft heißt: die **Compressibilität** (*compressibilitas*, compressibilité).

Ueber die Ursach dieser Elasticität ist ebenfalls viel gestritten worden. Descartes und Malebranche, Muschenbroek und Bernoulli, Newton und Euler, Green und Mayer, und mit und nach ihnen Andere, haben Jeder ihre Meinung über dieselbe vorgetragen. Man hielt sie lange für die Folge der die Körper umgebenden Luft, allein nachdem Hawksbee und Boyle Versuche mit der Elasticität im luftleeren Raum angestellt, und gefunden hatten, daß die Körper daselbst eben so elastisch wären, so ließ man diese Hypothese fahren, und kam nun darin überein, daß die Ursache eine, die Körper durchströmende, flüssige Materie sey, und nannte dieselbe bald Aether, bald Elementarfeuer. Später ließ man jedes Theilchen sich um seine Axe drehen. Andre erklärten die Ursach aus einem Wirbel, den die Theilchen um ihren Mittelpunkt bildeten; noch andre nahmen an, der Aether besitze diese Elasticität selbst, und treibe durch seine eigene Wiederherstellung die Theile des gespannten Körpers in ihre eigene Lage zurück. Andre fanden die Ursach in der zurückstoßenden Kraft der Theilchen; andre in der Verwandtschaft der elastischen Körper zum Wärmestoff. Allein alles dieses sind so gut wie keine Gründe zur Enthüllung der Ursachen der Elasticität, sie führen zu keiner befriedigenden Erklärung des Phänomens; vielmehr müssen wir auch hier das bescheidene und demüthige Bekenntniß ablegen, daß wir von der Ursach derselben nichts Gewisses und Bestimmtes

wissen,

wissen, daß alles was darüber gesagt ist, mehr oder minder aufgeschmückte und am Ende nicht haltbare Hypothese sey, und daß jene Versuche, die z. B. S' Gravesande und andere nach ihm anstellten, die Gesetze der Elasticität zu entdecken, für uns von weit größerm Nutzen sind, als alle Untersuchungen über die Natur derselben.

Die Expansiv- und Federkraft äußert sich nun bei den verschiedenen Körpern in sehr verschiedenem Grade. Manche Körper zeigen dieselbe, nach einer gewissen Behandlung, merklicher noch als vorher. So besitzt die erwärmte, erhitzte Luft eine weit größere Expansivkraft, d. h. sie drückt weit stärker gegen das, was sie umschließt, wie Sie dies bei den Versuchen mit der Luft sehen werden, als die kalte:

Zwei und zwanzigster Versuch.

Eine starke, völlig dichte Blase, dehnt sich bis zum Zerplatzen, wenn sie beinahe leer, und, an ihrer Oeffnung fest zugebunden, über glühende Kohlen behutsam erhitzt wird.

So ist das Glas nur dann erst elastisch, wenn man es in dünne Fäden gesponnen hat, und wurde eben dieser Eigenschaft halber, wie Sie bei der Sprödigkeit gesehen haben, zu Federn für den Kopfschmuck der Damen gebraucht. Das weiche Eisen, das Kupfer, und andere Metalle, erhalten dadurch, daß sie kalt gehämmert werden, eine merkliche Federkraft, weil sie durch das Hämmern zugleich dichter werden, und sie verliehren dieselbe wieder, wenn man sie ausglüht. Ganz ohne Federkraft ist gewiß kein Körper. Zwar giebt es allerdings Körper, bei denen diese Eigenschaft in so geringem Grade vorhanden ist, daß man sie deshalb

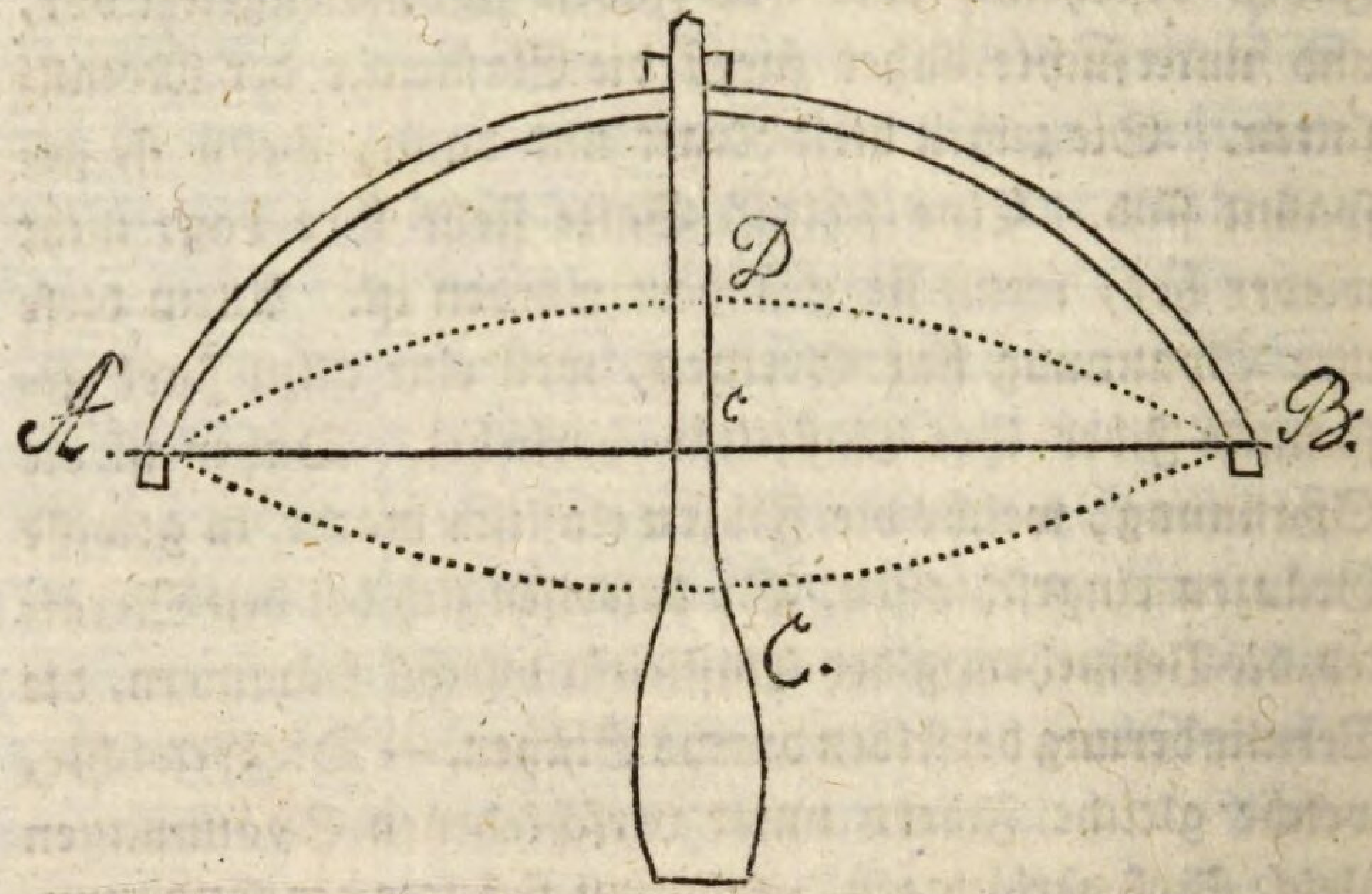
sogar unelastisch nennt, wie z. B. das Blei, die tropfbaren Flüssigkeiten, das Wasser; allein daß sie ebenfalls Elasticität besitzen, beweiset schon ihr Vermögen, den Schall fortzupflanzen. Auf der andern Seite ist es eben so gewiß, daß es keinen vollkommen elastischen Körper giebt. Ein solcher Körper müßte eine Kraft besitzen, die genau derjenigen Kraft gleich wäre, die ihn zusammendrückt, und solche Körper kennt man nicht; vielmehr kann ein Körper den größten Theil seiner Elasticität verliehren. Ein Bogen, der immer gespannt ist, hört nach und nach auf, Elasticität zu äußern. Eine Degenklinge, ein Metalldrath, die, gebogen, sich wieder in ihre vorige Gestalt herstellen, verliehren dies Vermögen, wenn sie oft und lange gebogen werden. Die Pferdehaare unserer Polsterstühle, die Federn unserer Betten verliehren den größten Theil ihrer Elasticität durch den häufigen Gebrauch. Auch verliehren elastische Körper, wenn man sie zu stark verdichtet, ihre Elasticität, und werden spröde. So wird der Stahl spröde, wenn man ihn, glühend, im Wasser abkühlt, und man muß daher den Grad der Härte, seine Federkraft, wohl in Acht nehmen, bei welcher seine Elasticität am stärksten ist. So sahen wir bei der Sprödigkeit die Erscheinung mit den Bologneser Flaschen und den Glastropfen, und erklärten uns diese Erscheinung aus dem zu jähen Abkühlen derselben in freier Luft und im Wasser. Die außerordentliche Expansivkraft der Luft, von der ich schon einmahl etwas weniges bei der Undurchdringlichkeit der Körper sagte, soll bei den Eigenschaften der Luft und ihren Erscheinungen, wie ich hoffe, deutlich genug abgehandelt werden.

Lassen Sie uns, meine geliebten Freunde, hier lieber einige der Gesetze der Elasticität näher betrachten.

S'Gravesande, dem wir diese genauen Versuche verdanken, stellte sich die elastischen Körper aus dünnen Fäden bestehend, oder aus Fäden zusammengesezt vor, und untersuchte daher zuerst die Elasticität der Metallsaiten. Sie zeigen diese Kraft nur dann, wenn sie gespannt sind. Eine schlaffe Saite stellt ihre Lage nicht wieder her, wenn sie geändert worden ist. Allein diese ihre Spannung hat Grenzen, weil eine allzu stark gespannte Fiber ihre Elasticität verliehrt. Daher ist die Spannung, welche die Fibern elastisch macht, in gewisse Gränzen eingeschlossen. So beweisen sich bei den Metallen die Vermehrung der Elasticität durchs Hämmern, die Verminderung derselben durchs Glühen. — Die Gewichte, welche gleiche Fibern unter verschiedenen Spannungen gleich stark verlängern, verhalten sich wie die Spannungen. Wenn drei gleiche Saiten, in den Verhältnissen 1. 2. 3. gespannt, gleich stark verlängert werden sollen, so sind Gewichte erforderlich, die sich wie 1. 2. 3. verhalten. — Die kleinsten Verlängerungen einer und eben derselben Fiber verhalten sich wie die Kräfte, durch welche sie hervorgebracht werden. Auch verhalten sich die kleinsten Beugungen, wie die beugenden Kräfte. — Bei gleichartigen, gleich dicken und gleich gespannten Saiten verhalten sich die Verlängerungen durch gleiche Zusätze von Gewichten, wie die Längen der Saiten.

Die Rückkehr elastischer, gespannter Körper, zu ihrer natürlichen Gestalt geschieht nicht plötzlich, sondern sie machen Schwingungen, Oscillationen, Vibrationen (*Vibrationes*, Vibrations), wodurch sie nach und nach bald auf die eine, bald auf die andere Seite ihrer anfänglichen Stelle übertreten, und immer weniger abschweifen, bis sie ihre ersten Lagen ruhig wieder angenommen haben.

Drei und zwanzigster Versuch.



Wenn Sie die Sehne eines Bogens bis zu ACB spannen, so geht sie, wenn die beugende Kraft nachläßt, in ihre gerade Lage AcB zurück. Dies geschieht aber mit beschleunigter Bewegung, weil die Elasticität, während dieser Zeit, wie eine absolute Kraft wirkt; daher ist ihre Geschwindigkeit am stärksten, wenn sie in AcB anlangt. Die Bewegung führt sie nun weiter und bringt sie nach ADB, und dies mit verminderter Geschwindigkeit, bis diese in D aufhört. Hier stellt sich aufs neue die gerade Lage AcB her, und die dadurch erlangte Geschwindigkeit treibt die Sehne wieder nach ACB. Es entstehen abwechselnde Schwingungen von ACB nach ADB. Sie würden auch immerfort gehen, so daß die einmahl schwingende Sehne in alle Ewigkeit fortschwingen würde, wenn es vollkommen elastische Körper gebe, und wenn nicht andere Ursachen vorhanden wären, die ich weiter unten beim Pendul aus einander setzen werde. Diese Schwingun-

gen sind, der Zeit nach, gleich lang, wenn sie gleich, dem Raum nach (CD), stärker oder schwächer sind. Sie finden diese Gesetze der Elasticität des S' Gravesande vortreflich zusammengedrängt in unsers Gehlers physikalischem Wörterbuche, das Ihnen freilich nicht fehlen kann, wenn es Ihnen überhaupt um die Erwerbung der Naturkenntniß ein rechter Ernst ist.

Ich übergehe die Gesetze flüssiger, elastischer Materien um so mehr, da ich ausführlich von ihnen bei der Luft und den Gasarten handeln muß, und berühre hier nur im Allgemeinen, daß die Ursach ihres Drucks nur allein in dieser ihrer Elasticität liegt. Man macht übrigens einen Unterschied zwischen absoluter und specifischer Elasticität. Unter **absoluter** versteht man die Stärke, womit diese Eigenschaft der Körper der zusammendrückenden Kraft an sich widersteht, ohne Rücksicht auf Wärme und Dichtigkeit. Diese Elasticität muß allemahl der drückenden Kraft gleich seyn. **Specifische** Elasticität aber drückt das Verhältniß zwischen der absoluten Elasticität und der Dichtigkeit einer Materie aus, so daß man dem Körper eine größere Elasticität zueignet, welcher bei eben derselben Dichtigkeit, in Vergleich mit einem andern, einen stärkern Widerstand ausübt. Daher bedient man sich auch des Ausdrucks: ein Körper besitzt zweimahl mehr Elasticität, als ein anderer, wenn er, bei gleicher Dichtigkeit, der zusammendrückenden oder ausspannenden Kraft zweimahl mehr als ein anderer widersteht. Diese specifische Elasticität nimmt durch die Wärme zu; sie nimmt zu, wenn man, vermittelst einer Compressions-Maschine, die Luft unter der Glocke der Luftpumpe verdichtet, und sie wird um desto größer, je mehr die Dichtigkeit zunimmt.

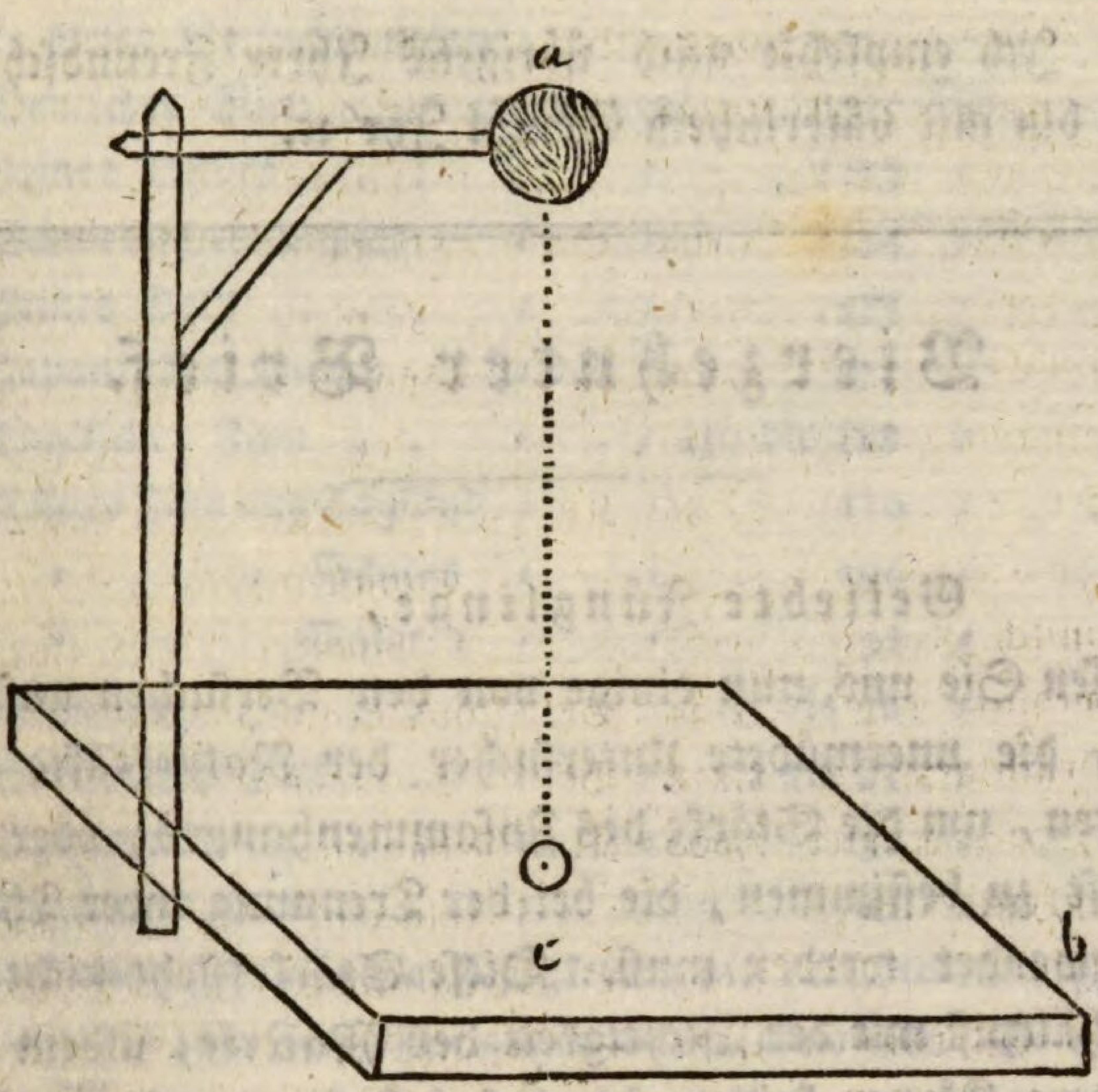
Alle Erscheinungen der Elasticität vereinigen sich am Ende in folgende wesentliche Unterschiede:

1) Einige Körper dehnen sich wieder aus, wenn der Druck nachläßt, der sie zusammendrückte, z. B. Fischbein, Dünste, Wärmestoff u. s. w.
2) Andre ziehen sich wieder zusammen, wenn sie ausgedehnt worden sind, ob sie sich gleich nicht sonderlich zusammendrücken lassen, z. B. Darmsaiten, elastisches Gummi, Stahlfedern ꝛc.; und wenn man recht genau unterscheiden will, so besitzen
3) noch andre die Kraft, in einem vorzüglichen Grade sich auszudehnen und zusammen zu ziehen, wie z. B. die Muskeln im thierischen Körper.

Der Nutzen der Feder- und Expansivkraft der Körper ist sehr groß. Sie dient uns in der Mechanik zur Hervorbringung der Bewegung als bewegende Kraft bei solchen Maschinen, bei denen die Kraft nicht sehr groß zu seyn braucht. Das in Stahl verwandelte Eisen gewährt uns sehr große Vortheile. So bringt z. B. bei unsern Taschenuhren die in der Trommel oder dem sogenannten Federhause eingeschlossene, und durch das Aufziehen gespannte und zusammengedrückte Feder, die Bewegung der Uhr hervor. Die ganze Mechanik ist voll von sinnreichen Anwendungen der Feder. Sie ist's, die in einem Augenblicke die fürchterliche Explosion des Feuergewehrs durch den Funken des Stahls veranlaßt; sie macht die Bewegung des Wagens sanft, und verstattet den bequemsten Gebrauch desselben ꝛc.

Ehe ich noch diesen langen und Ihrem Nachdenken schon oben empfohlenen Brief schließe, will ich Ihnen noch einen Versuch beschreiben, der einen doppelten Beweis von der Wirkung giebt, von der in diesem Briefe die Rede war.

Vier und zwanzigster Versuch.



Wenn Sie eine Elfenbeinkugel a auf eine mit Oehl bestrichene Tafel b von sehr festem, schwarzem Marmor fallen lassen, und sehen nachher schräg auf diese Tafel, so bemerken Sie auf der Berührungsstelle c einen runden Fleck, dessen Durchmesser nach Verhältniß der Höhe, von der die Kugel fiel, mehr oder minder beträchtlich ist. Es ist deutlich, daß wenn die Elfenbeinkugel ihre Gestalt behielte, so hätte sie die Marmorplatte nur in Einem Punkte berühren können, und wenn auch der Marmor selbst einen Eindruck erlitten und seine Gestalt sogleich wieder hergestellt hätte, so leidet es doch keinen Zweifel, daß nicht auch die Kugel durch die Veränderung ihrer Gestalt viel zur Bildung dieses Fleckens beigetragen habe; und so giebt allerdings

dieser Versuch einen doppelten Beweis von der Wirkung, von der die Rede ist.

Ich empfehle mich übrigens Ihrer Freundschaft, und bin mit väterlichem Gefühl Ihr ꝛc.

Vierzehnter Brief.

Geliebte Jünglinge,

Lassen Sie uns nun einige von den Versuchen anführen, die unermüdete Untersucher der Naturkräfte anstellten, um die Stärke des Zusammenhanges, oder die Kraft zu bestimmen, die bei der Trennung ihrer Theile angewendet werden muß. Diese Stärke steht nicht im Verhältniß mit der Dichtigkeit der Materie, indem oft dichtere Körper keinen so großen Zusammenhang ihrer Theile besitzen, als weniger dichte Körper. So ist z. B. das Gold weit dichter als Eisen, Silber und Kupfer, und gleichwohl steht es diesem in Ansehung des Zusammenhanges nach.

Der berühmte Muschenbroek, der eine große Menge Körper in Ansehung des Zusammenhanges untersucht hat, unterscheidet ihn in einen absoluten und respektiven, und nennt denjenigen Widerstand, den ein Körper der Kraft entgegensezt, die seine Theile nach der Länge reissen will, den **absoluten**, und den Widerstand, der z. B. einen Stab quer durch zerbricht, den **respektiven** Zusammenhang. Er ließ sich zu diesem Ende gleich große Parallelepipede aus reinem Metall gießen, wovon jede Seite $\frac{17}{100}$ Zoll hielt, hieng diese an die eine Grundfläche auf, und brachte an die

andere eine Wage an, in welche er nach und nach so viel Gewichte legte, bis die Parallelepipede zerrissen. Die Resultate dieser Versuche waren:

Deutsches Eisen . .	zerriß	von	1930	Pfd.
Feines Silber . . .	⸗	⸗	1156	⸗
Schwedisches Kupfer	⸗	⸗	1054	⸗
Feines Gold . . .	⸗	⸗	578	⸗
Japanisches Kupfer	⸗	⸗	573	⸗
Englisches Zinn . .	⸗	⸗	150 bis 188	⸗
Reines Zinn aus England	⸗	⸗	110	⸗
⸗ ⸗ ⸗ Bancas	⸗	⸗	104	⸗
⸗ ⸗ Malacca	⸗	⸗	91	⸗
Wißmuth	⸗	⸗	85 bis 92	⸗
Goslarscher Zink .	⸗	⸗	76 bis 83	⸗
Spiesglaskönig . .	⸗	⸗	30	⸗
Englisches Blei . .	⸗	⸗	25	⸗

Es verhalten sich also die Festigkeiten der verschiedenen Metalle wie die zum Zerreissen angewandten Gewichte. So war Eisen $\frac{1930}{578}$ = $3\frac{1}{3}$ mahl fester als feines Gold, = $18\frac{19}{52}$ mahl fester als Zinn von Bancas, = $21\frac{19}{91}$ mahl fester als Malacca⸗Zinn, = $55\frac{1}{5}$ mahl fester als Englisches Blei. Ein einfacher Seidenfaden, so wie ihn der Wurm spinnt, zerriß von einem Quentchen Gewicht. Ein Pferdehaar bedurfte schon fünf bis acht Loth, eine Darmsaite von drei Linien dick trennten 27 Pfund. Ein Riemen von Pferdeleder, $1\frac{1}{2}$ Zoll breit und 4 Linien dick, zerriß von 380 Pfunden. Ein Schifftau, eines Daumens dick, bedurfte schon 3000 Pfund. Da nun die besten Holländischen Ankertaue 4 bis 5 Zoll dick sind, und aus wenigstens 4000 zusammengedreheten, einzelnen Schnüren bestehen, wovon jede 160 Pfund tragen kann, so folgt, daß 640,000 Pfund Kraft nöthig sind, um sie zu zerreissen. Man hat sie aber doppelt so stark, folglich von 1,280,000 Pfund Kraft, und dennoch zerreißt sie der Sturm, wie der starke Jüngling den Bindfaden zerreißt.

So belehrend indessen auch diese Muschenbroekschen Versuche waren, so nützlich sie auch unter Umständen werden könnten, so findet sich doch bei denselben ein bedeutender Irrthum. Dieser große Naturforscher, dem wir so viele mühselige Versuche verdanken, vergaß, Rücksicht auf diejenige Naturkraft zu nehmen, die den Gegenstand unseres vorigen Briefes ausmachte. Denn ehe die Metallstange zerreissen kann, muß sie sich erst ausdehnen. Diese Ausdehnung wächst, vermöge ihrer Elasticität, bis auf einen gewissen Punkt. Die Kraft also, welche die Metallstange zerriß, wurde nicht blos zur Ueberwindung ihres Zusammenhanges, sondern auch zur Ueberwindung ihrer Elasticität angewendet, und da geht denn freilich etwas von der Summe ab. So verlängerte sich eine metallene Saite von 3 Fuß Länge durch ein daran hängendes Gewicht von 2 Pfund um 9 Linien, durch 4 Pfund um 17, durch 8 Pfund um 23, durch 16 Pfund um 27 Linien, und nur dann erst riß sie, wenn alle Verlängerung aufhörte.

Wichtiger sind uns daher die Versuche, die der Graf von Büffon über die Stärke des Zusammenhanges des Holzes machte, weil er sich bei denselben der größten, möglichsten Genauigkeit befleißigte. Ich lege Ihnen aus denselben nur einige Resultate vor, und zwar solche, die Ihnen in Ihren künftigen Verhältnissen nützlich seyn können, da die Abhandlung und die Versuche selbst aus mehreren Bogen bestehen. Büffon nahm nicht allein auf die Dichtigkeit, sondern auch auf das Alter des Baumes Rücksicht, machte die Versuche nicht blos mit Holz aus dem Mittelpunkte, sondern auch aus dem Umfange und der Holzschale. Er ließ zu dem Ende von vier gleich alten Bäumen vier Sparren, einen Zoll ins Gevierte, schneiden, die 3 Schuh lang waren. Sie wogen:

der 1ste $26\frac{31}{32}$ Unz., der 2te $26\frac{18}{32}$ U., der 3te $26\frac{16}{32}$ U., der 4te $26\frac{25}{32}$ U.

Diese zerbrachen unter einer Last von

301 Pfd. 289 Pfd. 272 Pfd. 272 Pfd.

Dann uahm er vier eben so große und dicke Sparren von dem Umfange des Kerns. Sie wogen:

der 1ste $25\frac{26}{32}$ U., der 2te $25\frac{20}{32}$ U., der 3te $25\frac{14}{32}$ U., der 4te $25\frac{11}{32}$ U.

Sie zerbrachen unter der Last von

262 Pfd. 258 Pfd. 255 Pfd. 253 Pfd.

Und endlich nahm Büffon vier gleich große und dicke Sparren von der weichen Holzschale. Sie wogen:

der 1ste $25\frac{5}{32}$ U., der 2te $24\frac{31}{32}$ U., der 3te $24\frac{26}{32}$ U., der 4te $24\frac{24}{32}$ U.

und zerbrachen unter einer Last von

248 Pfd. 242 Pfd. 241 Pfd. 250 Pfd.

Diese Erfahrungen brachten ihn auf den Gedanken, die Kraft des Zusammenhanges könnte wohl mit der Schwere desselben in Verbindung stehen. Nur lehrten ihn andere Erfahrungen, daß dies kein vollkommen gleiches Verhältniß sey. Er wiederholte nemlich seine Versuche mit Sparren von zwei Fuß, von achtzehn Zoll, von einem Fuß. Hier die Resultate von vier Sparren zu zwei Fuß. Sie wogen:

1) Aus dem Mittelpunkte . .	$17\frac{2}{32}$ U.	$16\frac{31}{32}$ U.	$16\frac{24}{32}$ U.	$16\frac{21}{32}$ U.
2) Aus dem Umfange des Kerns	$15\frac{28}{32}$ „	$15\frac{21}{32}$ „	$15\frac{17}{32}$ „	$15\frac{16}{32}$ „
3) Aus der weichen Holzschale	$14\frac{27}{32}$ „	$14\frac{26}{32}$ „	$14\frac{24}{32}$ „	$14\frac{22}{32}$ „

Es erforderten eine Last zu ihrer Zerbrechung:

1) Die aus dem Mittelpunkt von	439 Pf.	428 Pf.	415 Pf.	405 Pf.
2) Die aus dem Umf. d. Kerns „	356 „	350 „	346 „	346 „
3) Die a. der weich. Holzsch. „	340 „	334 „	325 „	316 „

Die vier Sparren von achtzehn Zoll wogen:

4) Aus dem Mittelpunkte . .	$13\frac{10}{32}$ U.	$13\frac{6}{32}$ U.	$13\frac{4}{32}$ U.	13 U.
5) Aus dem Umfange des Kerns	$12\frac{16}{32}$ „	$12\frac{13}{32}$ „	$12\frac{8}{32}$ „	$12\frac{4}{32}$ „
6) Aus der weichen Holzschale	$11\frac{27}{32}$ „	$11\frac{23}{32}$ „	$11\frac{18}{32}$ „	$11\frac{16}{32}$ „

und erforderten eine Last zur Zerbrechung:

4) Die aus dem Mittelpunkt von	488 Pf.	486 Pf.	478 Pf.	477 Pf.
5) Die aus dem Umf. d. Kerns „	460 „	451 „	443 „	441 „
6) Die a. der weich. Holzsch. „	439 „	438 „	428 „	428 „

Die vier Sparren von einem Fuß wogen:

7) Aus dem Mittelpunkte . .	8$\frac{19}{32}$ U.	8$\frac{19}{32}$ U.	8$\frac{16}{32}$ U.	8$\frac{15}{32}$ U.
8) Aus dem Umfange des Kerns	8$\frac{1}{32}$ =	7$\frac{22}{32}$ =	7$\frac{20}{32}$ =	7$\frac{20}{82}$ =
9) Aus der weichen Holzschale	7$\frac{10}{32}$ =	7$\frac{2}{32}$ =	7 =	6$\frac{28}{32}$ =

Es erforderten eine Last zu ihrer Zerbrechung:

7) Die aus dem Mittelpunkt von	764 Pf.	761 Pf.	750 Pf.	751 Pf.
8) Die aus dem Umf. d. Kerns =	721 =	700 =	693 =	698 =
9) Die a. der weich. Holzsch. =	668 =	652 =	651 =	643 =

Büffon ging nun von den Versuchen mit Sparren und Brettern zu den mit Bohlen und Balken über. Ich führe, um nicht zu weitläuftig zu werden, die Mittelzahl aus denen in der dritten Kolonne stehenden Versuchen auf. Bohlen von 4 Zoll ins Gevierte zerbrachen:

Bei der Länge der Bohlen von	Bei dem Gewicht der Bohle von	Versuche. In	Bei der Beschwerung mit Gewichten von	Vom ersten Knacken bis auf die Zerbrechung verfloß Zeit	Die Bohlen hatten eine Krümmung beim Knacken erhalten von
7 Fuß	58 Pf.	2 Vers.	5312$\frac{1}{2}$ Pf.	0 St. 25$\frac{1}{2}$ M.	4 Z. 0 Lin.
8 —	65$\frac{1}{2}$ —	2 —	4550 —	— 14 —	4 — 2$\frac{1}{2}$ —
9 —	74 —	2 —	4025 —	— 13 —	5 — 2 —
10 —	83 —	2 —	3612$\frac{1}{2}$ —	— 15 —	6 — 2 —
12 —	99 —	2 —	2997$\frac{1}{2}$ —	. . .	7 — 6 —

Balken, die fünf Zoll ins Gevierte hatten, zerbrachen:

7 Fuß	90$\frac{3}{4}$ Pf.	2 Vers.	11525 Pf.	0 St. 55$\frac{1}{2}$ M.	2 Z. 6 Lin.
8 —	103 —	2 —	9839$\frac{1}{2}$ —	— 39$\frac{1}{2}$ —	2 — 9$\frac{1}{2}$ —
9 —	116$\frac{1}{2}$ —	3 —	8300 —	— 27 —	3 — 3 —
10 —	129$\frac{3}{4}$ —	3 —	7137$\frac{1}{2}$ —	— 19$\frac{1}{2}$ —	3 — 7 —
12 —	155 —	2 —	6075 —	— 30 —	5 — 7$\frac{1}{2}$ —
14 —	177 —	2 —	5300 —	— 19$\frac{1}{2}$ —	8 — 1$\frac{1}{2}$ —
16 —	207 —	2 —	4350 —	— 16 —	8 — 1$\frac{1}{2}$ —
18 —	231$\frac{1}{2}$ —	2 —	3700 —	— 10$\frac{1}{2}$ —	8 — 1 —
20 —	261 —	2 —	3225 —	— 9 —	8 — 11 —
22 —	281 —	1 —	2975 —	— 18 —	11 — 3 —
24 —	308$\frac{1}{2}$ —	2 —	2262$\frac{1}{2}$ —	— 15$\frac{1}{2}$ —	12 — 3 —
28 —	362 —	2 —	1775 —	— 17 —	20 — — —

Balken, die sechs Zoll ins Gevierte hatten, zerbrachen:

Bei der Länge der Balken von	Bei dem Gewicht der Balken von	Versuche. In	Bei der Beschwerung mit Gewichten von	Vom ersten Knacken bis auf die Zerbrechung verfloß Zeit	Die Balken hatten eine Krümmung beim Knacken erhalten von
7 Fuß	127¼ Pf.	2 Vers.	18950 Pf.	1 St. 38½ M.	— Z. — Lin.
8 —	147½ —	2 —	15525 —	1 — 11 —	2 — 4½ —
9 —	165¼ —	2 —	13150 —	— 53½ —	2 — 8 —
10 —	187 —	2 —	11250 —	— 45 —	3 — 3 —
12 —	222½ —	2 —	9100 —	— 31½ —	4 — ½ —
14 —	253 —	2 —	7475 —	— 23½ —	4 — 4 —
16 —	293½ —	2 —	6362½ —	— 19½ —	5 — 8 —
18 —	332½ —	2 —	5562½ —	— 15 —	7 — 11½ —
20 —	376 —	2 —	4950 —	— 11½ —	9 — 2 —

Balken, die sieben Zoll ins Gevierte hatten, zerbrachen:

8 Fuß	203 Pf.	2 Vers.	26050 Pf.	2 St. 9½ M.	2 Z. 7½ Lin.
9 —	226 —	2 —	22350 —	1 — 38½ —	3 — — —
10 —	253 —	2 —	19475 —	1 — 14½ —	2 — 9½ —
12 —	301½ —	2 —	16175 —	— 3 —	3 — 1½ —
14 —	351 —	2 —	13225 —	— 51½ —	4 — — —
16 —	404½ —	2 —	11000 —	— 38½ —	5 — ½ —
18 —	452 —	2 —	9425 —	— 24½ —	5 — 8 —
20 —	502½ —	2 —	8275 —	— 14 —	8 — 4 —

Balken, die acht Zoll ins Gevierte hatten, zerbrachen:

10 Fuß	330½ Pf.	2 Vers.	27750 Pf.	2 St. 54 M.	2 Z. 7 Lin.
12 —	396¼ —	2 —	23450 —	1 — 26½ —	2 — 11½ —
14 —	460 —	2 —	19725 —	1 — 4 —	3 — 6 —
16 —	526 —	2 —	16375 —	— 48½ —	4 — 5½ —
18 —	593½ —	2 —	13500 —	— 31 —	4 — 3½ —
20 —	662¼ —	2 —	11487½ —	— 26 —	6 — 3 —

Aehnliche, sehr unterrichtende Versuche, doch mit Metallen, hat der Graf von Sickingen mit großer Genauigkeit angestellt. Er nahm dabei auf Länge und

Dicke der Dräthe zugleich Rücksicht. Unser berühmter Direktor Achard stellte ebenfalls sehr zahlreiche und genaue Versuche mit metallischen Verbindungen (Kompositionen) an. Indessen Resultate lassen sich daraus gar nicht ziehen, da die zum Zerreissen nöthige Kraft sich **nicht** nach der Kraft des Zusammenhanges richtet. Denn um Ihnen das Trügende derselben in Ansehung der Metalle aus einander zu setzen, so reißt, nach Büffons Versuchen, ein Eisendrath von einer Quadratlinie im Durchmesser bei 490 Pfund, und ein Stab von Eisen von 700 Quadratlinien im Durchmesser, schon bei 28,000 Pfund. Er hätte aber, nach dem ersten Versuche, 343,000 Pfund tragen sollen, ohne zu zerreissen, wenn die zum Zerreissen nöthige Kraft sich wie die Kraft des Zusammenhanges verhielte. Ein anderer Eisenstab von 350 Quadratlinien trug 17,300 Pfund, und also viel mehr als die Hälfte von 28,000 Pfund, weil er dehnbarer war, als der noch einmahl so dicke Stab.

Kurz, alle Erfahrungen lehren deutlich, daß Berechnungen über die Stärke der Cohösion großer Körper, die man auf Versuche mit kleinen Stücken von derselben Materie gründet, unsicher und falsch sind. Nie kann man aus dem Gewichte, bei welchem ein Stab von einer gewissen Dicke zerreißt, mit einiger Genauigkeit die Kraft bestimmen, welche zum Zerreissen eines andern Körpers von derselben Materie, aber von anderer Gestalt, nöthig ist. Die vielen, so mühsam angestellten Versuche also, sind also, ehrlich gesprochen, nichts als physikalische Spielerei, und gewähren in der Wirklichkeit nur wenig Nutzen.

Eben diese Einschränkungen finden auch bei den Versuchen über das Zerbrechen der Körper Statt; denn ehe sie zerbrechen, müssen sie sich erst beugen, und sie

beugen sich um so tiefer, je biegsamer sie sind. Je tiefer sie sich aber beugen, um so mehr Kraft muß auf diese Beugung verwendet werden. Ein solcher auf diese Art gebogener Körper, z. B. ein Balken, ist nun, nach einer solchen Beugung, viel schwächer, widersteht, in Ansehung des Zerbrechens, einer weit kleineren Kraft, als vorher, zerbricht oft sogar unter einem Gewichte, welches er vorher sehr gut und ohne bedeutende Biegung trug. Das Holz hat dieselbe Eigenschaft, die alle Körper besitzen, daß seine Elasticität durch eine lang anhaltende Krümmung nach und nach immer mehr geschwächt wird. Oft ist ein solcher Balken dann nicht einmahl im Stande, sich selbst zu halten, bricht wenigstens in diesem gebeugten Zustande von einer Last, die um zwei Drittel kleiner ist, als diejenige seyn müßte, von der er in einer kurzen Zeit, etwa in einer Stunde, brechen würde. Eben daher kann man, nach Büffon, einem solchen Balken für die Dauer nur höchstens die Hälfte von der Last zum Tragen geben, die man zu seiner Zerbrechung anwenden müßte. Indessen, da durch einen gehörig angebrachten Tragebalken, oder durch eine Stütze in der Mitte desselben, der Balken um das Doppelte seiner Kraft verstärkt wird, und sich ein solcher unterstützter Balken so verhält, als wäre die Entfernung einer Stütze von der andern seine ganze Länge, so darf man darauf so genau nicht Rücksicht nehmen, indem man da, wo die Balken wirklich große Lasten zu tragen haben, auch für Träger und Tragebalken sorgt.

Erlauben Sie, daß ich hier diesen Brief schließe, und in einem neuen, vielleicht Ihnen angenehmern Briefe, Ihnen die Fortsetzung der Betrachtungen über die Cohäsion mittheile, und nehmen Sie die Versicherung meiner Achtung ꝛc.

Funfzehnter Brief.

Geliebte Jünglinge,

Ich werde nun in diesem Briefe Ihnen durch Versuche die Wirkungen dieser allgemeinen Eigenschaft der Cohösion noch deutlicher und anschaulicher zu machen suchen.

Daß überhaupt der Zusammenhang der kleinen Theile flüssiger Körper nicht so unbedeutend seyn könne, als man sich gewöhnlich vorstellt, dies beweiset auch, wie ich oben angeführt, die Bildung der Tropfen. Freilich ist ihre Zertheilung (Verwischung) sehr leicht; allein schon ihre sphärische Gestalt in kleinen Massen spricht für diesen Zusammenhang. Diese Gestalt wäre völlig unmöglich, wenn nicht ihre Theile unter sich stärker zusammenhingen, als mit den Theilen einer andern Materie, worauf sie zerflossen sind. Selbst die Bildung in Tropfen bestätigt schon hinlänglich, daß eine Ursach da seyn müsse, welche diese Wirkung hervorbringt. Die allgemeine Schwere, von der wir bald sprechen werden, kann unmöglich diese Erscheinung hervorbringen, vielmehr wirkt sie derselben gerade entgegen; die Kugelgestalt müßte durch sie abgeplättet, gedrückt erscheinen, also kann nichts anders dieses Phänomen erklären, als die Cohösion selbst.

Vermöge dieser Cohösion, hängen alle Körper von einerlei Art unter einander zusammen, wenn sie sich genau berühren.

Fünf

Fünf und zwanzigster Versuch.

Wenn Sie einige Quecksilbertropfen auf eine Glasplatte ausgießen, so werden sie, so wie sie sich berühren, in Einen großen Tropfen zusammenfließen. Ein Gleiches geschieht mit zwei Wassertropfen auf einer mit Oehl bestrichenen Tafel, und mit Oehltropfen auf einer mit Wasser benezten Platte.

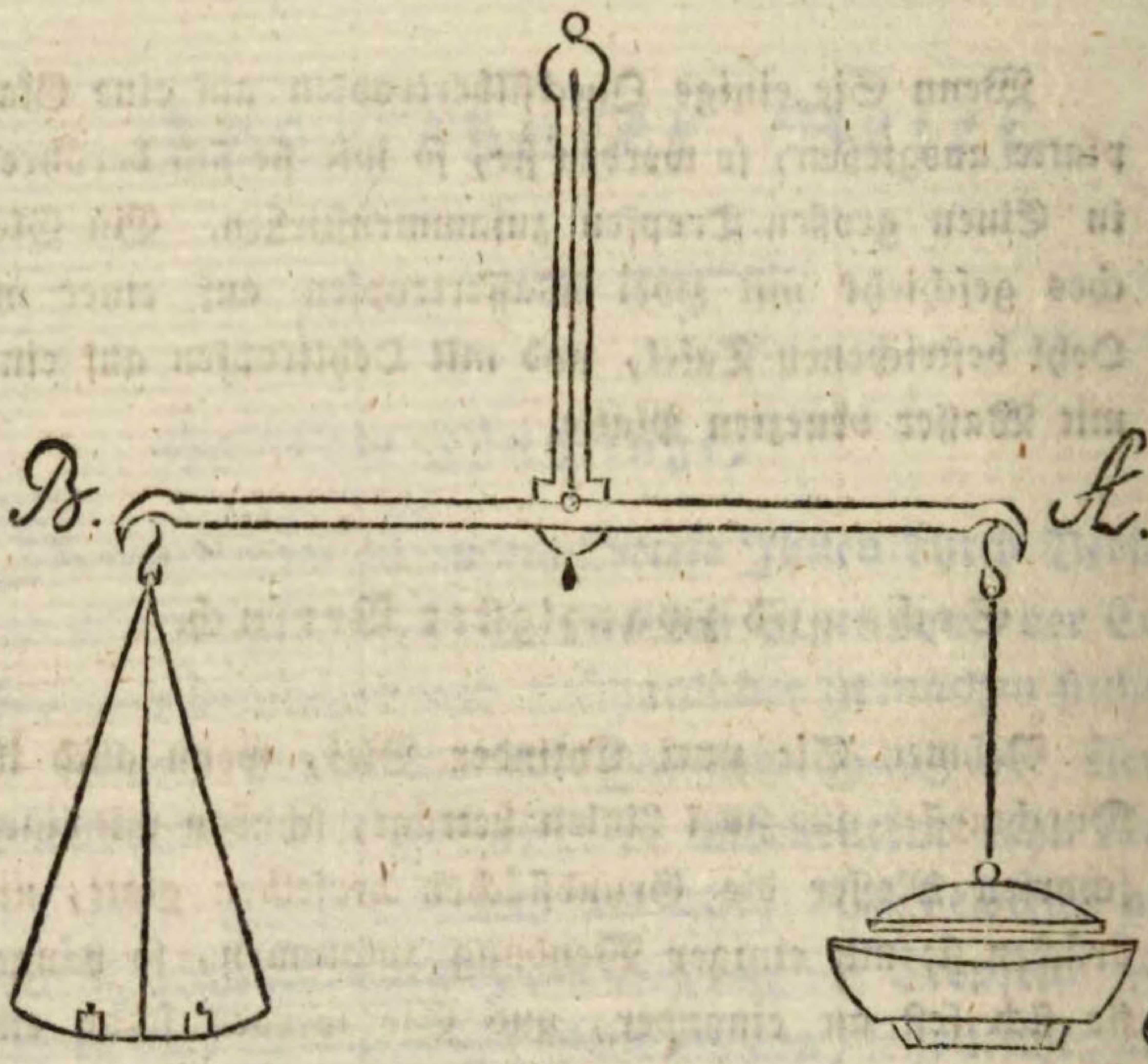
Sechs und zwanzigster Versuch.

Nehmen Sie zwei Cylinder Blei, wenn auch ihr Durchmesser nur zwei Linien beträgt, schaben mit einem scharfen Messer die Grundflächen derselben glatt, und drücken sie mit einiger Wendung zusammen, so hängen sie sich fest an einander, und Sie werden schon eine Kraft von mehr als zwanzig Pfunden anwenden müssen, um sie wieder von einander zu trennen.

Sieben und zwanzigster Versuch.

Zwei starke, wohlgeschliffene, trockene Spiegelglas- oder Marmorplatten heben nicht allein ihr eigenes Gewicht, sondern wenn sie ein wenig an einander gedrückt oder geschoben werden, so sind sie im Stande, eine nicht unbeträchtliche Last zu tragen. Man kittet zu dem Ende durch feinen Siegellack kleine Messingplatten, die mit Ringen versehen sind, an die abgerundeten Glas- oder Marmorplatten, oder läßt sie in Messing einfassen, so daß die Flächen des Glases oder des Marmors frei sind.

Acht und zwanzigster Versuch.



Wenn Sie eine von diesen Glas- oder Marmorplatten durch einen Faden an die A Seite eines Wagebalkens, von dem Sie die eine Schale abgenommen haben, hangen, und Sie bringen die B Seite mit der daran befindlichen Schale durch Gewichte mit dieser Glas- oder Marmorplatte in ein genaues Gleichgewicht, setzen dann ein Gefäß C mit Wasser unter diese Platte, und lassen dieselbe und das Wasser sich einander so nähern, daß nur noch ein kleiner Raum zwischen ihnen ist, so wird die Glas- oder Marmorplatte sich an das Wasser anhängen, schwerer werden, und Sie werden müssen in die B Seite der Wage mehr oder minder kleine Gewichte thun, um das nun aufgehobene Gleichgewicht wieder herzustellen; und eben diese Gewichte, welche zum Losreissen der Platte von der Wasserfläche nöthig sind, geben Ihnen die Stärke der Cohärenz an.

Verändern Sie bei diesem interessanten Versuche die Flüssigkeiten, und nehmen dazu Weingeist oder Oehl, so werden Sie finden, daß selbst bei gleichen Berührungsflächen dennoch verschiedene Gegengewichte nöthig seyn werden, um die Glas- oder Marmorplatte von der Fläche der Flüssigkeit loszureissen.

Morveau stellte Versuche mit verschiedenen Metallplatten an, deren Durchmesser einen Zoll betrug, um die Kraft der Cohäsion, mit der sie auf eine Quecksilberfläche hingen, zu bestimmen. Seine Versuche ergaben folgende Resultate:

Eine Platte von Gold hing mit einer Kraft von	446	Gran	auf die Quecksilberfläche.
= = = Silber = = = = =	429	—	
= = = Zinn = = = = =	418	—	
= = = Blei = = = = =	397	—	
= = = Wismuth = = = =	372	—	
= = = Zink = = = = =	204	—	
= = = Kupfer = = = = =	142	—	
= = = Antimonium = = =	126	—	
= = = Eisen = = = = =	115	—	
= = = Kobalt = = = = =	8	—	

Daß hierbei der Druck der Luft allerdings etwas thut, ist ausgemacht; indessen daß er es nicht allein ist, der diese Wirkung hervorbringt, beweiset sich daraus, daß die Platte auch im luftleeren Raum stark an der Flüssigkeit hängt.

Dieser Zusammenhang ist um desto stärker, je größer die Menge der Berührungspunkte ist. Wenigstens gilt dieser Grundsatz von allen den Körpern, die sich mit glatten Flächen berühren. Diese hängen jederzeit desto stärker zusammen, je abgeglätteter diese Flächen sind, oder je mehr man durch andere Mittel die Menge der Punkte, in welchen sie sich berühren können, vervielfältigt hat.

Neun und zwanzigster Versuch.

Wenn Sie die beiden vorher erwähnten Glas- oder Marmorplatten erwärmen, und Sie bestreichen sie mit Talg oder Fett, drücken sie dann, so sehr Sie können, zusammen, und lassen sie in diesem Zustande erkalten, so werden Sie eine sehr beträchtliche Kraft anwenden müssen, um diese Platten von einander zu reissen. Sind die Ringe auch selbst durch einen guten Kitt an der Platte befestigt, so bricht dieser doch meistens eher los, als die Platten. Die in Messing eingefaßten Cohösionsplatten haben daher beträchtliche Vorzüge vor den andern, weil dies bei ihnen seltner geschieht.

Durch diese Bestreichung mit Talg werden nemlich die Pori des Glases oder Marmors ausgefüllt, die an einander gedrückten Platten berühren sich folglich in mehreren Punkten, und die Cohösion muß also stärker seyn, als sie ohne diese Ausfüllung seyn konnte. Muschenbroek ließ verschiedene metallene Cylinder verfertigen, deren Durchmesser 1,916 Rheinl. Zolle hatten. Die Grundflächen dieser Cylinder waren sehr fleißig polirt, und nach gehöriger Erwärmung mit Talg bestrichen. So ließ er sie erkalten, und riß dann die eine, nachdem er die andere gehörig befestigt hatte, durch Gewichte von der andern los. Er nahm dabei gehörige Rücksicht auf den Druck der Luft, und bestimmte ihn nach einer Berechnung auf 41 Pfund. Seine Resultate sind kürzlich folgende:

Ein Cylinder von Blei bedurfte .	275 Pf.	— 41	=	234 Pf.
: : : schwarz. Marmor	230 —	— 41	=	189 —
: : : weißem Marmor	225 —	— 41	=	184 —
: : : gehärtetem Stahl	225 —	— 41	=	184 —
: : : Kupfer bedurfte	200 —	— 41	=	159 —

Ein Cylinder von Messing bedurfte	150 Pf.	—	41	=	109 Pf.
= = = Wismuth =	150 —	—	41	=	109 —
= = = Glas =	130 —	—	41	=	89 —
= = = Silber =	120 —	—	41	=	84 —
= = = Elfenbein =	108 —	—	41	=	67 —
= = = Zinn =	100 —	—	41	=	59 —
= = = Zink =	100 —	—	41	=	59 —

So gewiß nun aus diesen Versuchen beinahe das Gesetz zu folgen scheint, daß die Kraft der Cohösion bei **gleichartigen** Körpern sich wie die Menge der Berührungspunkte verhält, so unbekannt sind uns noch die Gesetze dieser Eigenschaft bei **ungleichartigen** Körpern. Die Erfahrung lehrt uns freilich Manches in dieser Hinsicht, allein Vieles bleibt uns dennoch übrig, von dem die Naturforscher die Erklärungen anzugeben unvermögend sind. Allerdings hängen sich z. B. Flüssigkeiten mehrentheils nur an diejenigen festen Körper, welche dichter sind, als sie selbst, nicht aber an solche, die leichter als sie selbst sind. Indessen leidet dies doch sehr viel Ausnahmen, und es kann nicht als Gesetz angenommen werden, daß sich die Stärke der Cohösion bei den ungleichartigen Körpern verhalte, wie ihre Dichtigkeit. So hängt das Quecksilber mit dem Zinn stärker zusammen, als mit dem ungleich dichteren Eisen. Das ist aber richtig, daß, wenn flüssige Körper sich an feste anhängen, sie nothwendig mit den Theilen des festen Körpers stärker zusammenhängen müssen, als sie unter sich selbst zusammenhängen. Denn diese Theile reissen sich los, und zerfließen auf dem festen Körper, das heißt, machen ihn naß. Denn ist die Cohärenz dieser flüssigen Theile unter sich stärker, als unter den Theilen der festen Körper, so benetzen sie diese auch nicht. So zerfließt das Queck-

silber nicht auf Pappe, Holz, Stein, Glas, wohl aber auf Gold, Silber, Zinn, Blei; das Wasser nicht auf einer mit Oehl bestrichenen Platte.

Dreißigster Versuch.

Bestreuen Sie die Wasserfläche einer Schüssel sorgfältig mit Semen Lycopodii oder mit Bärlapp (der Name eines cryptogamischen Gewächses, das Linne zu den Moosen zählt, Thunberg aber in der ersten Ordnung unter den Farrenkräutern aufführt), und werfen eine Münze hinein, so können Sie dieselbe mit trockenen Fingern von dem Boden der Schüssel wieder herausnehmen. Eben so können Sie Ihre Hand in das Wasser bis auf den Boden tauchen und scheinbar in dem Gefäß sie waschen, und sie wird nicht naß werden.

Ein und dreißigster Versuch.

Bei der Verfertigung und Belegung eines gewöhnlichen Glasspiegels verfährt man am leichtesten auf folgende, sehr genau bestimmte Art:

Man schneide z. B. ein Stück Staniol oder Zinnfolie (dünngeschlagene und geglättete Zinnblättchen) 3 Zoll breit und 4 Zoll lang. Von eben der Größe lasse man ein Stück Spiegelglas schneiden. Im Nothfall kann es auch ein etwas starkes Stück weißes Fensterglas seyn. Auf ein kleines, sehr ebenes und glattes Brett, das, so viel wie möglich, horizontal liegen muß, lege man einige Blätter Papier, und auf diese das Zinnblatt, tröpfle sodann einige Tropfen Quecksilber darauf, und reibe dasselbe, indem man das Blatt in der linken Hand hält, ein, bis es überall glänzend wird. Dies ist das sogenannte Verquicken des Zinnes. Mit diesem Verquicken müssen Sie indessen etwas schnell verfahren, weil das Quecksilber, zumahl wenn die Zinnfolie dünne ist, sehr bald Löcher einfrißt, wodurch der Spiegel fleckig wer-

den würde. Je dicker das Zinn ist, desto sicherer geht der Versuch von statten. Hierauf gießt man einige Loth Quecksilber mehr oder weniger, nachdem die Zinnfolie groß ist, über dasselbe her, worauf es sich sogleich überall wie Wasser ausbreiten wird; dies würde aber ohne vorhergegangene Verquickung nicht erfolgen. Nun legt man ein Blatt Papier, das zwar mit dem Zinn von gleicher Breite, aber einige Zoll länger seyn muß, dergestalt auf das Quecksilber, daß es auf einer Seite zum Anfassen und Wegschieben hinlänglich hervorsteht, legt nun die vorher von allem Schmutze gereinigte Glasplatte darauf, drückt sie mit der linken Hand so stark, als möglich, an, während dem die rechte Hand das Papier darunter wegzieht. Man fährt alsdann mit dem Drucke noch einige Minuten fort, und nimmt den nunmehr vollendeten Spiegel behutsam vom Brette auf. Damit das noch daran hangende überflüssige Quecksilber gänzlich ablaufen könne, läßt man ihn einige Tage in vertikaler Lage stehen.

Diese Kraft der Cohäsion ungleichartiger Körper ist für die Technik sehr wichtig. Auf ihr gründet sich das sogenannte Löthen zweier getrennter Metallstücke, das Vergolden, Versilbern, Verzinnen, das Schweißen, das Zusammenleimen und Kitten einzelner Theile. Sie alle sind Folgen der Cohärenz durch Vermehrung der Berührungspunkte. So lange diese zwischen die festen Körper gebrachten Flüssigkeiten flüssig sind, ist noch kein Zusammenhang da; werden sie aber hart, oder erkalten sie, so hängen sie unter sich und mit den Körpern so fest zusammen, daß diese oft nicht anders als nur mit der größten Gewalt getrennt werden können. Selbst die Mauern unserer Gebäude erlangen ihre Festigkeit dadurch, oder auf eine ähnliche Art. Der im Wasser aufgelösete Kalk hängt sich an Sand und Ziegel, und

klebt nachher, wenn das Wasser verdunstet, so fest an die Körper, daß man ihn von denselben, ohne die Körper selbst zu beschädigen, nicht trennen kann. Die rauhen Oberflächen dieser Steine werden durch den Kalk, Sand und Wasser so ausgefüllt, daß sie sich in vielen Punkten berühren können. Auf dieses allmählige Austrocknen kömmt beim Bauen so viel an, daß es eben die Ursach ist, warum altes Mauerwerk so sehr viel fester ist, als neues. Dadurch, daß wir unsere Mauern, wenn sie lange noch nicht ausgetrocknet sind, mit einer glatten Kalkschicht überziehen, um ihnen ein gefälliges Ansehen zu geben, beruht die wenige Haltbarkeit des neuen Gemäuers. Die Alten bewarfen ihre Mauern von außen entweder gar nicht, und ließen die Steine ganz blos, oder es geschah erst nach mehreren Jahren; dadurch konnte das Wasser von dem mit Sand verbundenen Kalk gehörig verdunsten.

Sehr vermuthlich geht die Natur denselben Weg, wenn sie überhaupt Steine, gewiß aber wenn sie Breccien oder zusammengebackene Steine (Conglomerate) bildet. Diese sind oft von sehr großer Festigkeit, wie z. B. der Pudding, der aus ziemlich großen, abgeründeten Feuerstein- und Porphyrkieseln, oder andern Geröllen von sehr verschiedener Natur besteht, die durch einen Cement verbunden sind. Die Grundmasse derselben ist meist Sand, das Bindungsmittel ein Quarzcement, und Blumenbach schließt daher, gewiß nicht mit Unrecht, auf den neuen Ursprung dieses Fossils, das sich in England sehr häufig findet, und sich gut poliren läßt. Eben darum sind die Grundmauern alter Gebäude, vorzüglich alter Kirchen und Burgen, beinahe so unzerstörbar, als Felsen, weil in den Jahrhunderten, in denen sie sich in der Erde befinden, die Feuchtigkeit in ihnen eindrang, und in ihren kleinen Zwischenräumen

noch feinere Materien anhäufte und absezte. Ich werde gewiß in der Folge Gelegenheit haben, von dieser Erscheinung mehr zu sprechen. Für jezt empfehle ich mich Ihrem Andenken, und bin ꝛc.

Sechzehnter Brief.

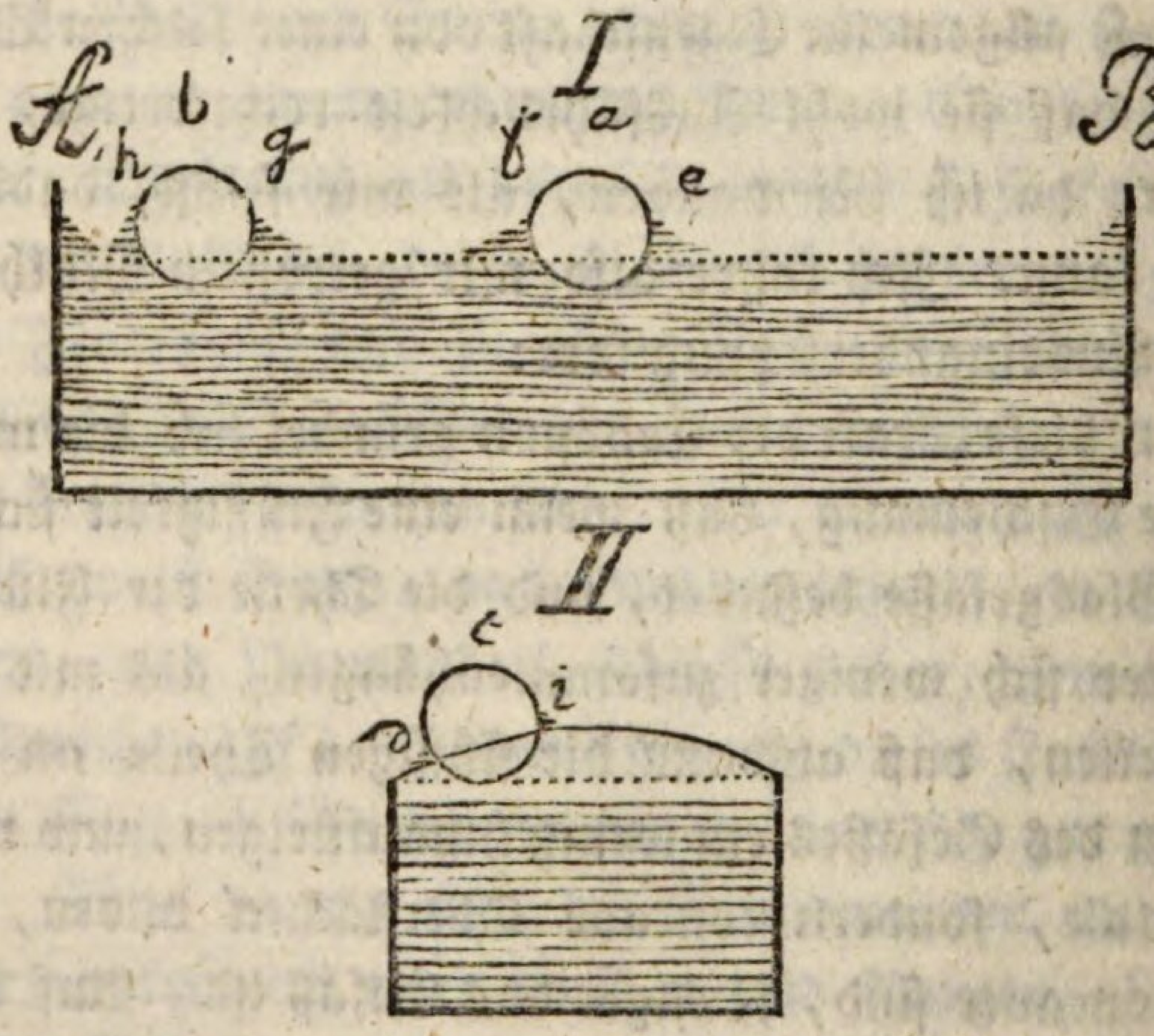
Geliebte Jünglinge,

Noch immer ist die Cohösion der Gegenstand unserer Betrachtung, und ich fürchte nicht, Ihre Geduld zu ermüden? Nein, denn erstlich denke ich Sie mir als sehr wißbegierige Jünglinge, so wie ich Sie seit siebenzehn Jahren in unserm zweckmäßigen Institute, Gotttob! gewohnt war, als Jünglinge, denen Unterricht angenehm und Aufklärung Bedürfniß ist; und dann ist ja auch diese allgemeine Eigenschaft von einer solchen Wichtigkeit, daß sie wohl Ausführlichkeit rechtfertigt, um so mehr, da ich Niemanden, als mir selbst, dadurch schaden kann. Ich fahre also mit getrostem Muthe in meiner Auseinandersetzung fort:

Auf diese Kraft der Cohösion gründet sich die merkwürdige Erscheinung, daß wenn eine Flüssigkeit sich in einem Glasgefäße befindet, und die Theile der Flüssigkeit unter sich weniger zusammenhängen, als mit den Glastheilen, daß alsdann die flüssigen Theile an den Wänden des Gefäßes ein wenig hinaufsteigen, und nicht horizontale, sondern concave Oberflächen bilden, die um so concaver sind, je enger das Gefäß ist. Auf eben die Art bildet die flüssige Materie rund um einen festen Körper, der in sie getaucht wird, eine Anhäufung. So z. B. um einen Glasstab, der in Wasser gestellt

wird. Nach den Gesetzen der Hydrostatik müßte das Wasser und jede Flüssigkeit eine vollkommen horizontale Fläche bilden. Es kann also nur der Grund der Erscheinung in der Cohärenz liegen. Hängen indessen die Theile der flüssigen Körper unter sich stärker, als mit den Theilen des Gefäßes, zusammen, so erfolgt das Gegentheil, sie bilden in diesem Falle eine convexe Fläche, und haben an den Wänden des Gefäßes eine Vertiefung. Diese ist um so größer, je enger das Gefäß ist, so daß sie einem Kugelsegmente gleicht. So steht z. B. das Quecksilber in Glasröhren, so steht das Wasser, wenn man die innern Wände des Gefäßes mit Fett bestreicht oder mit Bärlapp bestreuet, an diesen Wänden niedriger. Also findet auch hier das hydrostatische Gesetz keine Anwendung, sondern die Cohösion verändert dasselbe.

Zwei und dreißigster Versuch.

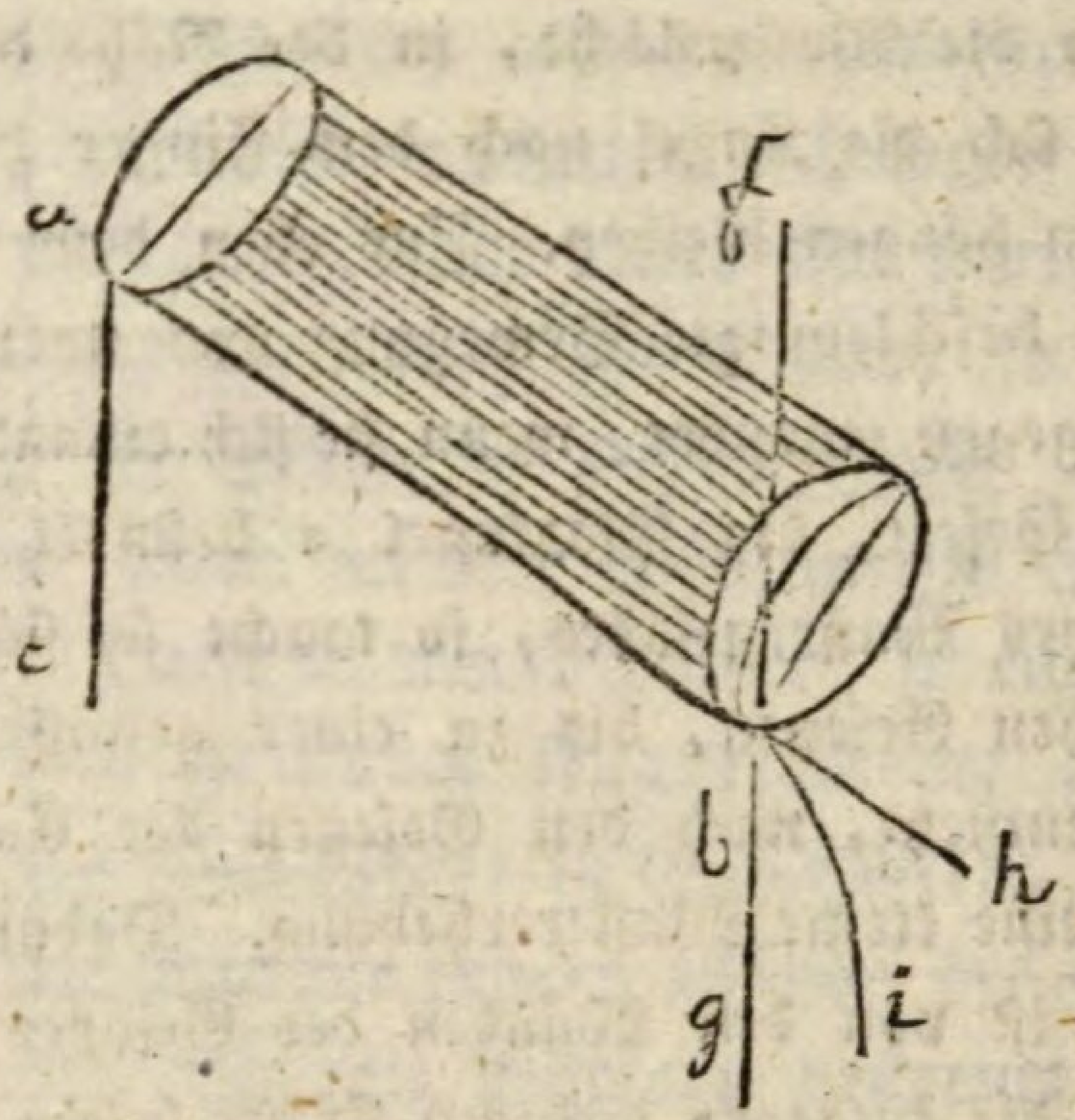


Wenn Sie eine kleine hohle Glaskugel a in die Mitte der Wasserfläche einer Schüssel legen, so bleibt sie daselbst ruhig stehen. Sobald sie sich aber einer oder

der andern Seite des Gefäßes nähert, so bewegt sie sich mit beschleunigter Bewegung. Tauchen Sie Ihren Finger in die Wasserfläche, in der Nähe der Kugel a, so wird sich die Kugel nach dem Finger hin bewegen und daran hängen bleiben. Aus eben dem Grunde entsteht eine beschleunigte Bewegung von zwei Glaskugeln a und b gegen einander, wenn sie sich einander genähert haben. Gesezt, die Glaskugel a befindet sich in der Mitte eines Wassergefäßes, so taucht sie sich, nach hydrostatischen Gesetzen, bis zu einer gewissen Tiefe ein, und es entsteht, nach den Gesetzen der Cohärenz, bei f und e eine kleine Wassererhebung. Dadurch ruht sie; denn sie ist von den Wänden des Gefäßes gleich weit entfernt, die entgegen gesezten Kräfte heben sich auf, die Kugel kann keiner Bewegung folgen. Sobald sie sich aber eine der Seiten A oder B des Gefäßes nähert, so muß die an der Seite A befindliche Wasserhebung sich mit der an der Seite h der Kugel vereinigen. Es wird dadurch die Cohärenz vermehrt, und sie muß sich mit größerer Geschwindigkeit gegen die Wand des Gefäßes bewegen.

Ist nun das Gefäß übervoll angefüllt (wie in Fig. II.), so hat die Oberfläche eine convexe Gestalt, die um desto mehr sich der Kugel nähert, je kleiner der Durchmesser des Gefäßes ist. Gesezt nun, es wird auf diese erhabene Oberfläche eine hohle, gläserne Kugel c gelegt, so kann sie nicht ruhig stehen bleiben, sondern sie wird sich gegen die Mitte hin bewegen, indem sich in i, vermöge der Cohäsion, mehr Wasser an die Kugel anlegt, als an den Rand des Gefäßes d, folglich wird auch die Cohäsion in h stärker wirken, und nicht eher aufhören, als bis das Wasser sich rund um die Kugel gleich hoch anlegt, folglich nicht eher, als bis sie die Mitte des Gefäßes erreicht.

Drei und dreißigster Versuch.

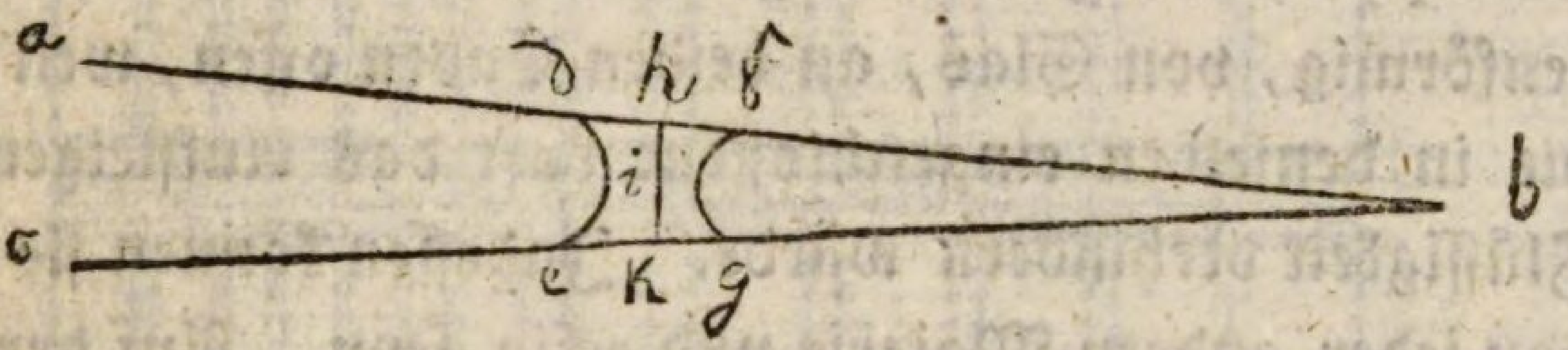


Wenn Sie ein Glas Wasser mit seiner Oefnung so schief halten, daß das Wasser aus demselben auslaufen kann, so werden Sie finden, es läuft an der äußern Wand des Glases a b herab, da es doch eigentlich, wenn der Auslauf des Wassers blos dem Gesetze der Schwere folgte, senkrecht nach c gegen die Erde sich bewegen sollte. Wenn es in b angelangt ist, so wird die Cohösionskraft nach der Richtung b f wirken, welche mit der Richtung der Schwere b g in gerader Linie fällt; folglich wird das Wasser aus dem Glase nach der Linie b g auslaufen. Geschähe dies Auslaufen indessen mit Schnelligkeit, so würde das Wasser durch den Fall eine gewisse Geschwindigkeit erhalten, nach der Richtung b h fortzugehen. Da aber die Richtung der Schwere b g beständig fortwirkt, so kann es in diesem Zustande weder nach b h, noch nach b g auslaufen, sondern es wird die krumme Linie oder Parabol b i beschreiben. Wird nun aber das Glas schnell geneigt, so daß die Kraft der Cohösion durch die Schwere überwältigt wird, so läuft das Wasser nicht mehr an der Wand

des Glases herab; so wie dieser Erfolg auch Statt findet, wenn die Wand des Glases mit der Horizontalfläche parallel ist. Alsdann fällt die Richtung der Cohäsionskraft mit der Richtung der Schwere in einer geraden Linie.

Dies ist der Grund, warum der Töpfer, ohne die Ursach zu wissen, dem irdenen Geschirr, aus welchem etwas ausgegossen werden soll, oben an der Oefnung einen gebogenen Rand giebt, oder einen eigenen Ausguß (Tille) macht. Dadurch werden die Berührungspunkte vermindert und der Cohäsionskraft eine andere Richtung gegeben, damit die Flüssigkeit nicht an der äußern Wand des Gefäßes herablaufen könne.

Vier und dreißigster Versuch.



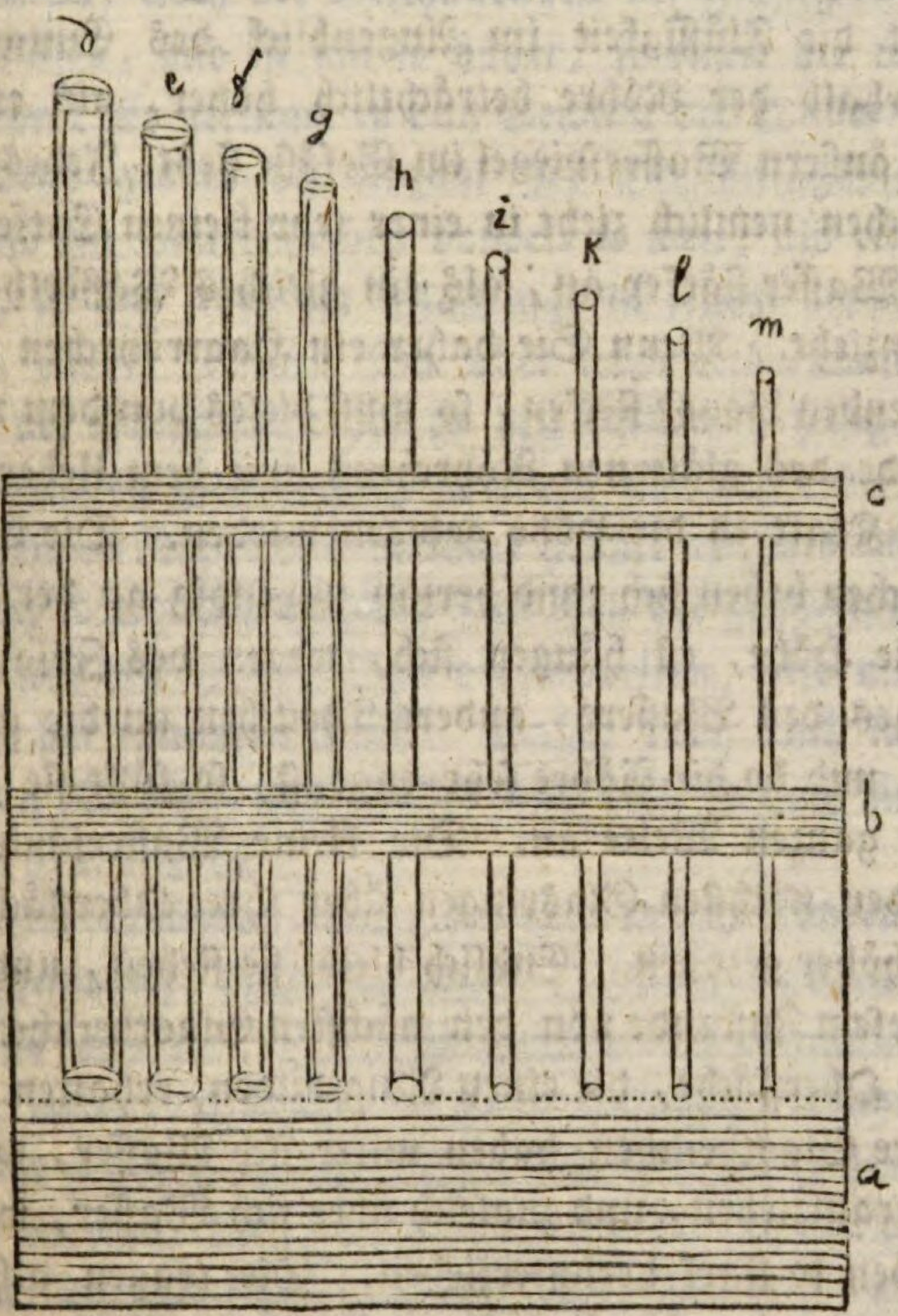
Wenn Sie zwei glatte Glasstreifen unter einem spitzen Winkel abc über einander stellen, und einen Tropfen Flüssigkeit, etwa Wasser, Oehl oder Weingeist, dazwischen bringen, so daß er beide Glasstreifen berührt, so wird er, vermöge der Cohäsion, die Gestalt defg annehmen. Weil nun diese Cohäsionskraft gegen die Flächen beider Glasstreifen ab und cb senkrecht wirkt, folglich die Richtung derselben gegen den einen Streifen ab nach ih und die Richtung gegen den andern cb nach ik ist, welche beide den Winkel hik einschließen, so muß sich der Tropfen in die mittlere Richtung ib hinbewegen, weil auf dieser Stelle sich die mehrsten Berührungspunkte finden. Je näher er nun

dem Winkel b kommt, desto platter wird er, desto mehrere Berührungspunkte finden alsdann Statt, folglich ist auch die Bewegung größer. Er muß sich also mit beschleunigter Bewegung gegen die Spitze des Winkels hinbewegen.

Auf diese Kraft der Cohösion gründet sich auch das Phänomen der Haarröhrchen (*Tubi capillares*, Tuyaux capillaires), enge Röhren von geringem Durchmesser, die wegen ihrer Aehnlichkeit mit den Haaren, welche ebenfalls, wie das Mikroscop zeigt, hohle Röhren sind, den Nahmen Haarröhren erhalten haben. Indessen ist dies nicht so ganz streng zu nehmen, als wenn die Glasröhren nun auch wirklich nicht stärker als Haare seyn müßten; vielmehr erhalten die gläsernen schon dann diesen Nahmen, wenn der Durchmesser ihrer Höhlung nur nicht über $\frac{1}{10}$ rheinl. Zoll beträgt. Gewöhnlich sind sie walzenförmig, von Glas, an beiden Enden offen, weil sonst die in denselben eingeschlossene Luft das Aufsteigen der Flüssigkeit verhindern würde. Indessen können sie auch von jeder andern Materie und eckig seyn. Auf der folgenden Seite befindet sich eine Abbildung des Gehäuses, worin ich meine Haarröhren verwahre, die ich zu den Versuchen benutze.

Es ist von Messing, und besteht in einem Kasten a, worin der färbende Liquor gegossen wird. Ueber diesen Kasten befindet sich eine Vorrichtung von Drath, damit die Röhren nicht weiter versinken können, als nöthig ist, und sie nur blos die Oberfläche der Flüssigkeit berühren; b und c sind Querbalken, welche die Röhren durch Einschnitte zwischen sich erhalten, d e f g h i k l m sind neun Haarröhrchen von verschiedenem Diameter, von denen das größte $\frac{1}{4}$tel, das zweite $\frac{1}{5}$tel, das dritte $\frac{1}{6}$tel Zoll ꝛc., und das kleinste wirklich noch feiner als

ein Haar ist. Die Röhren selbst haben übrigens starke Wände, weil auf diese nichts ankommt, und dadurch Dauerhaftigkeit bezweckt wird. Das Ganze ist ein sehr zierlicher Apparat.



Die Phänomene, die man an den Haarröhrchen bemerkt, und die bis auf einen gewissen Punkt mit denen der Hygrometer (Feuchtigkeitsmesser) verbunden sind, scheinen Ausnahmen von den Gesetzen der Hydrostatik zu machen, nach welchen das Wasser in zwei mit einander verbundenen Gefäßen gleich hoch steht. Bei

den Haarröhrchen findet indessen folgende Erscheinung Statt:

Wenn man ein Haarröhrchen in das Gefäß mit einem durch Dinte, Safran, oder andern färbenden Stoff gemischten Wasser oder Weingeist taucht, so steigt die Flüssigkeit im Augenblick des Eintauchens innerhalb der Röhre beträchtlich höher, als es über dem äußern Wasserspiegel im Gefäße steht. Jedes Glastheilchen nemlich zieht in einer sehr kleinen Entfernung das Wasser stärker an, als ein gleiches Wassertheilchen es anzieht. Wenn Sie daher ein Haarröhrchen in den färbenden Liquor stecken, so muß dieses von dem untern Rande des gläsernen Röhrchens mit dem Ueberschusse jener Kraft in die Höhe gezogen werden. Die Wassertheilchen heben sich rund herum inwendig an der Röhre in die Höhe, es hängen sich, wegen des Zusammenhanges des Wassers, andere Theilchen an die gehobenen, und da die Röhre sehr enge ist, so füllt sie sich in ihrer ganzen Weite an. Die kleine Wassersäule wird von den nächsten Glasringen über ihrer Oberfläche immer höher gezogen. Endlich bleibt sie stehen, und wird in diesem Zustande von den nächsten Glastheilchen über ihrer Oberfläche, die einen Ring bilden, erhalten. Alle untere Glastheilchen haben unter sich Wasser, welches sie heraufziehen, und zugleich über sich Wasser, welches sie eben so stark herunterziehen. Sie tragen also zur Erhaltung der Wassersäule nichts bei. Weil nun die Röhre eng ist, so fließen diese rings herum aufgestiegenen Wasserhebungen oder Ringe, die sich an den Seiten formen, in einander, und bilden eine ganze Masse, welche nun, von dem Glase stärker angezogen, als von dem übrigen Wasser, zurückgehalten wird, bis endlich die Wassersäule der in dem Haarröhrchen aufgestiegenen

Flüssigkeit

Flüssigkeit im Gleichgewichte steht mit der Cohäsion, die zwischen dem Glase und der Flüssigkeit obwaltet. Dadurch wird dem Aufsteigen Grenzen gesezt.

Dieses Steigen richtet sich nach der Weite des Röhrchens, nach der Beschaffenheit der Flüssigkeit und des Glases, und ist um so höher, je enger die Röhre ist; denn desto geringer ist das Gewicht der Wassersäule, und desto größer die Anzahl der Berührungspunkte. Ist also ein Haarröhrchen doppelt so weit, als ein anderes, so sind auch die Glasringe in jenem doppelt so groß, als in diesem. Da aber jener Ueberschuß sich durch die Oberflächen der in den Röhrchen hängenden Wassersäulen gleichförmig vertheilt und die Oberfläche des weitern Röhrchens viermal größer ist, als die des engern, so erhält auch jedes Theilchen der größern Oberfläche nur den vierten Theil der doppelten, also nur die Hälfte der einfachen Kraft. Daher kann auch in dem weitern Röhrchen das Wasser nur halb so hoch steigen, als in dem engern.

Die Flüssigkeit kann, bei sehr kurzen Röhren, bis zur Mündung oder der obern Oefnung emporsteigen, aber sie kann nie aus ihr überfließen oder herauslaufen, weil, wenn das Wasser die obere Oefnung erreicht hat, es nicht gehoben werden kann, indem keine Glaswände mehr da sind, die es anziehen, und die Oberfläche desselben, wie wir schon gesehen haben, von dem darunter befindlichen Glase zurückgezogen wird.

Nicht alle Flüssigkeiten steigen in diese Haarröhrchen gleich hoch, sondern sie erheben sich bald mehr, bald weniger; sie nehmen verschiedene Höhen ein, und es findet die anschauliche Regel hier nicht Statt, daß die schweren Flüssigkeiten weniger steigen, als die leichtern. So steigt z. B. der eigenthümlich leichtere Alkohol weniger, als

das eigenthümlich schwerere Salzwasser. Muschenbroek hat auch hier verschiedene Versuche angestellt, und sich dabei des Holländischen Flaschenglases bedient. Nach seinen Resultaten stiegen:

Kohlensaurer Salmiakgeist	auf	4,56	Rheinl.	Zoll.
Aetzender Salmiakgeist .	=	3,60	=	=
Destillirtes Wasser . .	=	3,40	=	=
Vitriolgeist	=	3,25	=	=
Terpentinöhl	=	2,58	=	=
Salpetergeist	=	2,07	=	=
Salzgeist	=	2,07	=	=
Alkohol	=	1,80	=	=
Liquor anodynus	=	1,40	=	=
Vitriolöhl	=	1,30	=	=

Auch zieht ein Haarröhrchen, bei gleichem Durchmesser, oft mehr, als ein anderes. Es kommt also hierbei nicht auf die Dichtigkeit oder die specifische Schwere der Flüssigkeiten an. Je größer der Tropfen ist, der am Glase hängen bleibt, wenn man es in eine Flüssigkeit steckt und wieder herauszieht, je stärker also diese vom Glase angezogen wird, und in sich selbst zusammenhängt, um desto höher steigt sie in einem gläsernen Haarröhrchen.

Ist aber das gläserne Röhrchen inwendig fettig oder öhlig, so erhebt sich das Wasser darin nicht, weil das Oehl und Fett es schwächer anzieht, als es zusammenhängt, und zugleich verhindert, daß es dem Glase nicht nahe genug kommen kann. Die Flüssigkeit behält ihr Niveau bei, und ist diese selbst von der Natur, daß sie sich nicht an den Wänden des Haarrröhrchens anhängt, so steht es darin sogar allezeit niedriger, als von außen, und dies um desto mehr, je enger das Haarröhrchen ist. So steigt z. B. das Quecksilber in einem Haarröhrchen nicht aufwärts. Denn hier ist an dem untern Rande des Röhrchens der

Ueberschuß der Cohäsion auf Seiten des Quecksilbers, welches stärker in seinen Theilen zusammenhängt, als es von den Glastheilen angezogen werden kann. Eben dies Verhältniß findet auch bei dem geschmolzenen Blei Statt.

Franz Aggiunti, Leibarzt des Großherzogs von Toscana, der 1635 starb, soll diese Phänomene zuerst bemerkt haben. Fabri und Sturm führen schon 1676 diese Erscheinungen deutlich an, und erklären sie aus dem Drucke der Luft. Daß diese aber nicht die Ursach seyn könne, sieht man daraus, weil das Anziehen auch im luftleeren Raum Statt findet. Die berühmtesten Naturforscher der ältern und neuern Zeit haben sich viel Mühe gegeben, sie zu erklären; es ist ihnen aber nicht geglückt, etwas Haltbares darüber festzustellen. Genug, daß sie selbst einen Hauptbeweis für das Daseyn einer anziehenden Kraft in den Materien abgeben.

Obgleich man die Versuche mit den Haarröhrchen vervielfältigt hat, und die berühmtesten Naturforscher dieselben mit der bestimmtesten Genauigkeit anstellten, so hat man dennoch bisher kein Gesetz entdecken können, nach welchem sich der Grad der Höhe richtet, den die Flüssigkeit in diesen Haarröhrchen erreicht. Alles, was man darüber weiß, beruht auf Erfahrung. Nur dies Gesetz scheint allgemein zu seyn, daß die Erhebung in den Haarröhrchen von einerlei Glase, aber von verschiedenem Durchmesser, in einerlei Flüssigkeit gestellt, sich umgekehrt verhalten, wie die verschiedenen Durchmesser der Höhlungen.

Das Aufsteigen der Säfte in den Pflanzen und überhaupt in jedem Naturkörper, der ein Röhrengewebe bildet, das Aufsteigen des Saftes in den Haaren der Menschen beruht auf diese Erscheinungen der Haarröhrchen. Nur kommt noch eine zweite Kraft hinzu, nemlich die Lebenskraft, die Kraft der Vegetation, welche diesen Saft

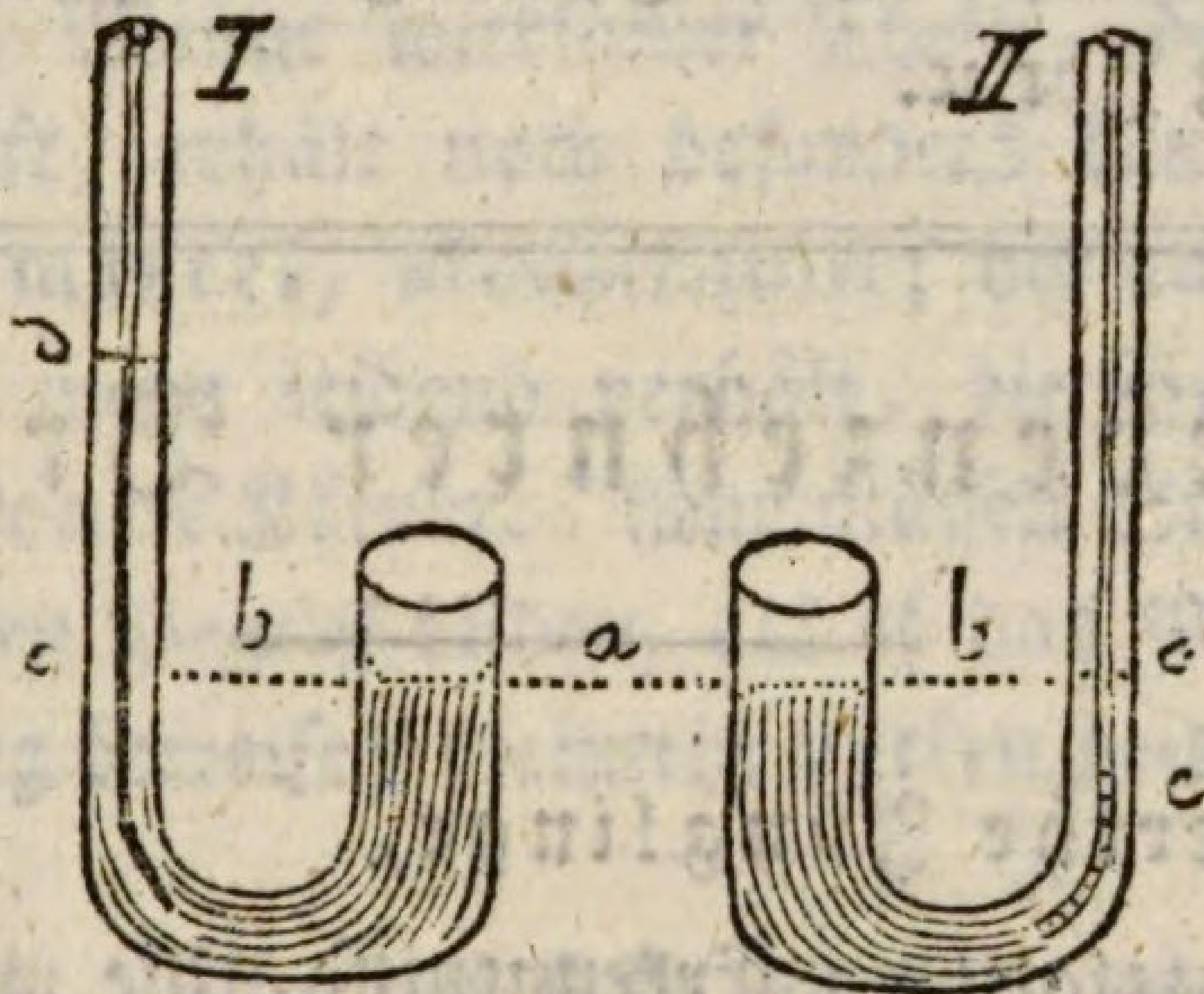
bis in die Gipfel der höchsten Bäume erhebt, und die Säfte der Thiere in Bewegung sezt. Denn im abgestorbenen Baum kann sich die Flüssigkeit nur auf eine sehr geringe Höhe erheben. Auch sind alle poröse Körper, z. B. Schwamm, Löschpapier, Zucker, Salz, Holz, Erde, Leinwand, Dachte, Stricke, Saiten, Knochen u. s. w. als Haarröhren zu betrachten; denn auch sie ziehen die Flüssigkeit, das Fett, das Oehl, das Wachs ꝛc. auf dieselbe Art in sich.

Die sogenannten Dendriten oder baumähnlichen Zeichnungen, welche die Oberfläche gewisser kalk- mergel- und thonartigen Steine so unnachahmlich zieren, und sie zu Prachtstücken in solchen Sammlungen, die mehr fürs Auge als für die Belehrung gesammlet sind, machen, entstanden aus einer ähnlichen Ursache. Lange hielt man sie für das, was ihre Oberfläche, dem ersten Anblicke nach, anzeigt, für Versteinerungen von Moos und kleinen Pflanzen; allein man weiß nun mit Bestimmtheit, daß ihre Risse mit einer Flüssigkeit angefüllt sind, deren Theilchen kleine metallische Bodensätze zurücklassen, die Eisen, vorzüglich Braunstein, enthalten. Oft werden sie so gespalten, daß sich alle Seitenäste auf einer und derselben Fläche entblößen, so daß sie einem kleinen Bäumchen gleichen, wo die Hauptspalte den Stamm vorstellt. Das Kabinet des Kadetten-Instituts in Berlin besizt einige dieser unnachahmlichen Zeichnungen, vorzüglich einen großen, der eine sehr auffallende Aehnlichkeit mit einem Weidenbaume hat, wo die Hauptspalte braun, die Aeste und Blätter aber schwarz erscheinen. Vorzüglich ist der Pappenheimer Mergelschiefer reich an solchen Dendriten, die ganz das Werk der Natur sind, und die man gewiß nicht uneigentlich Gemählde der Natur nennen kann, aber sehr uneigentlich Naturspiele

nennt. Die ehrwürdige Natur spielt nie, sondern handelt, wirkt, bildet und schafft nach ewigen Gesetzen.

Doch ich schließe endlich diesen Brief, der sehr lang geworden ist, und von dem ich doch nicht fürchten darf, daß er Ihnen unangenehm seyn könnte, da ich Sie mir voller Begierde nach Wissenschaften zu denken gegründete Ursach habe. Erlauben Sie mir also immer noch den lezten Versuch. Er wird Ihnen auf das augenscheinlichste das Phänomen der Haarröhrchen anschaulich machen, und Ihnen einen Beweis geben, daß sie unter allen Umständen nach jenem Gesetze wirken, dessen Betrachtung vorzüglich der Gegenstand dieses Briefes war.

Fünf und dreißigster Versuch.



Wenn Sie ein weites Röhrchen von Glas mit einem Haarröhrchen vom Glasblaser zusammenfügen lassen, so, daß beide Röhren in ihren Grundflächen vereinigt sind, und Sie füllen die weite Röhre mit Wasser, so steht dieses, sobald es in Ruhe kömmt, in dem Haarröhrchen allezeit höher, als in dem weiten Gefäße. Gesezt nun, Sie stellen sich die Wasserfläche so hoch vor, als die Punkte a b, Fig. I., anzeigen, so werden Sie leicht einsehen, daß dies in der engen Röhre nicht Statt haben

kann. Die Flüssigkeit in derselben steht nicht bei c im Gleichgewicht mit dem Stande ab, sondern da diese zweite, mit der ersten in der Grundfläche verbundene Glasröhre ein Haarröhrchen ist, so muß die Flüssigkeit, wenn sie, vermöge ihres Drucks, in c anlangt, noch durch die Anziehung des Glases bis zu d gehoben werden, ehe sie in Ruhe kömmt.

Ist aber, wie in Fig. II., die weite Röhre des Glasinstruments mit gereinigtem Queckfilber erfüllt, und steht dieses in der weiten Röhre ebenfalls so hoch, als die Punkte ab anzeigen, so werden Sie leicht einsehen, daß es im Haarröhrchen den Punkt c nicht erreichen, sondern daß es, vermöge der Nichtanziehung, nur bis e gehoben werden kann, und also weit niedriger als der Punkt c stehen bleiben muß.

Ich empfehle mich Ihrer Freundschaft, und bin mit Achtung Ihr ꝛc.

Siebenzehnter Brief.

Werthe Jünglinge,

Die mannigfaltigen Erkenntnisse, die wir uns dann erwerben, wenn wir mit Fleiß und Nachdenken dasjenige gern erwägen, was sich unsern Betrachtungen darbietet, sind es wohl werth, daß wir ernstlich darauf bedacht sind, keine Gelegenheit vorüber gehen zu lassen, wo wir uns mit denselben bereichern können. Da ich nun weiß, daß auch Sie diese Ueberzeugung besitzen, so glaube ich sehr gewiß, ich werde Ihnen nicht lästig fallen, wenn ich noch in einigen Briefen die so wichtige Naturkraft der Cohösion zum Gegenstand meiner Betrachtung

wähle, um so mehr, da die Erscheinungen, von denen hier die Rede seyn wird, so sehr wichtig sind, und Ihnen den mannigfaltigsten Stoff zum Nachdenken darbieten werden.

Die Auflösung (*Mutatio*, Dissolution)

ist eine Erscheinung, die ihren Grund ebenfalls in der Cohösion hat. Man versteht darunter die Wirkung zweier ungleichartiger Körper gegen einander, sofern sie durch eigene Kraft sich wechselseitig so unter einander verbinden, daß sie einen vollkommen gleichartigen Körper hervorbringen. Oft versteht man auch nur unter diesem Nahmen das Produkt, das durch diese gegenseitige Wirkung hervorgebracht wird. Derjenige dieser Körper, der entweder vermöge seiner Flüssigkeit, oder seiner größern Menge wirksamer Theile, den andern Körper angreift, erhält noch besonders den Nahmen Auflösungsmittel, Menstruum; der andere aber, der sich etwas mehr leidend verhält, die Benennung: der aufzulösende Körper. Nur müssen Sie sich hier nicht den falschen Begriff bilden, als ob das Menstruum sich allein thätig beweise; vielmehr wirken beide in- und aufeinander.

Alle Körper, nicht nur feste, sondern auch flüssige, können gegenseitig aufgelöset werden.

Sechs und dreißigster Versuch.

Wenn Sie etwas Kochsalz in eine ansehnliche Menge süßen Wassers werfen, so wird es darin nach und nach, wenn es sonst rein war, in unsichtbare Theilchen zerlegt, die sich mit dem Wasser vereinigen, und ihm einen salzigen Geschmack mittheilen. Dieses Salz sondert sich auch **nie** wieder von selbst von dem eigenthümlich

leichtern Wasser ab, wenn gleich die Mischung noch so lange in Ruhe gelassen wird. Es ist also von dem Wasser aufgelöset.

Auf gleiche Weise werden viele andere feste Körper im Wasser oder in andern Flüssigkeiten nach und nach in viel feinere Theile zerlegt, als man jemals durch eine mechanische Theilung bewirken könnte. Sie müssen also mit diesen Flüssigkeiten inniger, als unter sich selbst zusammenhängen, weil sie sich wechselseitig auflösen. Allein demungeachtet lösen nicht alle Körper sich gegenseitig auf, sondern diese Auflösung hat ihre sehr bestimmten Grenzen. So ist süßes Wasser zwar ein Auflösungsmittel der Salze, der Seifen ꝛc., aber nicht der Harze, des Kamphors, der Oehle ꝛc., sondern Weingeist verrichtet hier die Dienste des Wassers. Das Scheidewasser löset zwar Kalkerden und fast alle Metalle auf; allein nur das Königswasser bringt diese Wirkung bei dem Golde und dem Platin hervor.

Hat nun die auflösende Kraft des Auflösungsmittels so viele Theile von dem aufzulösenden Körper in sich aufgenommen, daß es keine Theile mehr aufzunehmen scheint, so sagt man: das Auflösungsmittel ist gesättigt (saturatum).

Sieben und dreißigster Versuch.

Wenn Sie also in ein Glas Wasser nach und nach immer mehr Kochsalz werfen, so wird dieses immer langsamer aufgelöset, und zulezt fällt es auf den Boden des Glases und bleibt daselbst liegen. Es ist mit den Theilen des Wassers durchnäßt, aber nicht von denselben aufgelöst; man kann es wohl mechanisch mit dem Wasser vermischen, allein es wird, sobald die Mischung ruhig wird, sich wieder von demselben absondern und

zu Boden fallen. Das Wasser ist gesättigt, und die Kraft der Anziehung ist zwar nicht ganz vernichtet, aber dennoch durch die fortgesezte Auflösung so geschwächt, daß sie nicht mehr den Widerstand, den der aufzulösende Körper (des Salzes) der Trennung seiner eigenen Theile entgegensezt, widerstehen und ihn überwinden kann.

Bei dieser Sättigung kann das Volumen, welches die Auflösung einnimmt, entweder kleiner oder größer werden, je nachdem die Körper beschaffen sind, die sich gegenseitig auflösen. Kleiner wird es in der Vermischung des Goldes und Silbers, des Kupfer und Zinns, des Quecksilber und Bleies 2c.; größer in der Vermischung des Goldes und Kupfers, des Eisen und Zinks, des Zinn und Bleies 2c. Im ersten Falle wird die Auflösung dichter, im andern Fall lockerer.

Es gehört ferner oft nur eine geringe Menge von einem festen Körper dazu, um eine ansehnliche Menge der aufzulösenden, flüssigen Materie zu sättigen. Indessen ist es beinahe unmöglich, diese Grenzen der völligen Sättigung durch Versuche zu bestimmen.

Acht und dreißigster Versuch.

Werfen Sie ein Stück Zucker in ein Glas Wasser, so verschwinden seine Theile nach und nach, und steigen auf. Sie erheben sich, ungeachtet sie eigenthümlich schwerer sind, als das Wasser. Lassen Sie das Glas bei diesem Versuche völlig in Ruhe, so wird es freilich unten süßer seyn, als oben, weil die Theile des Auflösungsmittels, welche dem aufzulösenden Körper am nächsten sind, sich natürlich mit diesem auch am stärksten anfüllen. Aber dennoch werden Sie auch das obere Wasser etwas süß finden, es müßte denn das quantitative

Verhältniß des Zuckers sehr geringe gegen die Flüssigkeit gewesen seyn. Rühren Sie nun aber, nach geendigter Auflösung, das Wasser stark um, so wird es allenthalben gleich süß, und dies beweiset, daß auch die schon aufgelösten Theilchen der Körper sich in ihren Mitteln allezeit dahin bewegen, wohin sie am stärksten gezogen werden. Denn da die Cohösion des Mittels um desto mehr abnimmt, je mehr es auflöset, so muß sie nothwendig in den am meisten angefüllten Theilen des Mittels am schwächsten seyn. Wenn also, nach dem Umrühren, das in seiner Süße verschiedene Wasser in gegenseitige Berührung kömmt, und dadurch alles eine gleiche Süße erhält, so müssen nothwendig die Theilchen des Zuckers aus jenem Wasser, welches sie weniger anzog, in dieses übergegangen seyn, so lange, bis die Cohösion von allen Seiten gleich war.

Viele dieser Auflösungen werden dadurch empfänglicher, geneigt, eine größere Menge des aufzulösenden Körpers in sich aufzunehmen, wenn man den Wärmestoff in ihnen anhäuft, sie erwärmt oder erhizt. Bei allen aber wird das Vermögen, andere Körper aufzulösen, überhaupt in dem Grade verstärkt, in welchem das Mittel wärmer ist. Der Wärmestoff dehnt die Körper aus, vermindert den Zusammenhang ihrer Theile, und macht sie fähiger zur Auflösung, indem er ihre Trennung erleichtert. So löset heißes Wasser mehr Vitriol, Kochsalz ꝛc. auf, als kaltes. Es ist also nicht zu bewundern, daß wenn ein solches heißes Wasser in seinem heißen Zustande gesättigt ist, es nun übersättigt ist, wenn es kälter wird, das heißt, die zu seiner Sättigung nicht nöthigen festen Theile wieder fallen läßt. Diese Uebersättigung ist eins von den Mitteln der Trennung eines aufgelöseten Körpers. Auch nimmt ein Auflösungsmittel,

welches bereits mit einem andern Körper gesättigt war, dennoch oft auch andere Stoffe in sich auf.

Neun und dreißigster Versuch.

Nehmen Sie z. B. die im sieben und dreißigsten Versuche bereitete Salzauflösung, und lassen langsam Salpeter in dieselbe, so wird auch dieser von der schon gesättigten Salzauflösung noch aufgelöset. Ein Gleiches geschieht mit einer Salpeterauflösung, worin Sie nach und nach Kochsalz werfen. Auch das Scheidewasser, welches Sie bereits mit Kupferspänen gesättigt hatten, löset noch Eisen auf. Das Gegentheil aber findet nicht Statt; das mit Eisenspänen gesättigte Scheidewasser löset kein Kupfer mehr auf.

Wie nun durch die gegenseitige Auflösung der Körper Kälte erzeugt, oder Hitze hervorgebracht werde, die in vielen Fällen so heftig ist, daß sie in ein loderndes Feuer ausbrechen kann, dies werde ich im folgenden Theile, wenn ich vom Wärmestoff sprechen werde, Ihnen viel weitläuftiger aus einander setzen, als ich es jezt kann; indessen begnügen Sie sich hier in möglichster Kürze, so weit es nur die Deutlichkeit erlaubt, mit folgenden Sätzen:

Durch bloße mechanische Vermischung von zwei gleich warmen Körpern kann eigentlich die Wärme derselben nicht verändert werden. Sie bleiben auch nach der Vermischung so warm oder kalt, wie sie vorher waren. Aber die chymische Vermischung, aus welcher Auflösung erfolgt, wirkt oft zwischen zwei gleich warmen Materien eine große Veränderung in Absicht ihrer Temperatur. Sie bilden in der Vereinigung einen dritten neuen Körper, und dieser hat, als solcher, ein neues, von dem vorigen unterschiedenes, wärmeleitendes Ver-

mögen; und eben dieses ist ein Beweis von einer wirklich vorgegangenen Auflösung. So wird Kälte erzeugt, wenn man Schnee oder zerstoßenes Eis mit Salzen oder concentrirten Säuren auflöset, wenn man nemlich den Schnee oder das Eis mit Kochsalz, Salpeter, Salmiak rc. oder mit sauren Stoffen vermischt. Da diese allezeit etwas feucht, wenigstens doch wärmer sind, als das Eis, so fängt dieses an zu schmelzen, es saugt die zerfließenden Salze in sich ein, löset sie immer mehr auf, und schmilzt nun stärker. Zugleich entsteht aber eine heftige Kälte, die nur eine Folge der Auflösung ist. Man hört bei dieser Auflösung ein besonderes Geräusch, ein deutliches Knistern, besonders wenn die Salzkörner etwas trocken und groß sind; man sieht deutlich kleine Eistheilchen abspringen, und so auf eine heftige Art das Eis und Salz sich gegenseitig anziehen und auf einander wirken. Dies geschieht selbst bei dem kalten Wasser. Es wird durch beigemischtes Kochsalz, Salpeter oder Salmiak kälter, und also auch leitender. Diese Erkältung ist so groß, daß dadurch das süße Wasser, selbst an einem warmen Orte, ja sogar über dem Feuer, in Eis verwandelt werden kann.

Vierzigster Versuch.

Wenn Sie Kochsalz, Salpeter oder Salmiak in einer hinreichenden Menge Wassers auflösen, so wird dieses Gemisch, während der Auflösung, wirklich kälter, und ein hineingesetztes Thermometer sinkt bis unter dem Gefrierpunkt, wenn das Wasser vorher schon kalt genug war. Reaumur fand, daß dies 4 bis 6 Grad seines von ihm genannten Thermometers betrug. Die Auflösung selbst gefriert nicht, wenn gleich die Temperatur derselben unter dem Eispunkte steht. Setzen Sie aber

ein gläsernes Gefäß mit reinem Wasser in dieselbe, so kann sie dies Wasser, wenn es schon an sich kalt ist, sehr leicht zum Gefrieren bringen. Die Kälte aber verliehrt sich wieder, wenn das Salz völlig aufgelöset ist.

Ein und vierzigster Versuch.

Nehmen Sie einen zinnernen Teller, bedecken denselben mit Schnee oder geschabtem, zerstoßenem Eise, und setzen ihn auf einen gewöhnlichen Tisch, den Sie vorher mit Wasser begießen, streuen alsdann Salz, oder Salpeter, oder Salmiak auf den Schnee, und mischen es unter einander, so friert der Teller, indem sich das Salz und der Schnee gegenseitig auflöset, auf dem Tische an, und das Wasser auf demselben wird Eis; das Gemisch oder die Auflösung selbst aber friert nicht, weil überhaupt gesalzenes Wasser schwerer friert, als süßes.

Zwei und vierzigster Versuch.

Wenn Sie eine solche Mischung von zerstücktem Eise mit Kochsalz oder Salpeter vermischen (am besten zwei Theile Eis und ein Theil Seesalz), und Sie setzen auf den zinnernen Teller einen andern, den Sie mit etwas Wasser anfüllen, und beide auf ein Becken mit glühenden Kohlen, so wird, indem die Mischung über dem Feuer schmilzt, das im obern Teller befindliche Wasser, selbst in den heißesten Sommertagen, von unten auf, d. h. im Grunde des Wassers, eine Eisrinde ansetzen, die bis auf einen gewissen Punkt immer stärker wird, und nur dann erst wieder schmilzt, wenn der untere Teller völlig erwärmt worden ist.

Auf diese Art bedient man sich der **künstlichen Kälte** (*Frigus artificiale*, Froid artificiel); denn so heißt die Vermehrung derselben durch Salze, sehr häufig, um im Sommer Gefrornes zu machen, weil süße

Säfte nur bei einem hohen Grade von Kälte zu Eis gefrieren. Diese Erscheinungen sind auch schon lange bekannt, untersucht, und mit vielen Erfahrungen bestätigt. Reaumur fand, daß zwei Theile Steinsalz oder Potasche und vier Theile geschabtes Eis das Weingeistthermometer auf — 17°, Kochsalz auf — 15°, Salmiak auf — 13°, Salpeter auf — 11° brachten; und Fahrenheit nahm die durch Schnee und Salmiak hervorgebrachte Kälte zum festen Punkte seines Thermometers an, wie ich Ihnen dies bei dem Wärmestoff ausführlicher aus einander setzen werde.

Der höchste Grad der künstlichen Kälte wird nun durch die Vermischung der sauren Geister, vorzüglich der Vitriolsäure und des rauchenden Salpetergeistes mit dem Eise, hervorgebracht. Je mehr beide Körper vorher erkaltet sind, desto stärker ist der Erfolg, eine desto größere Erkältung wird bewirkt. Fahrenheit trieb diese künstliche Kälte bis auf — 40° seines Thermometers, weil er Mittel entdeckte, eine schon vorhergegangene Erkältung noch mehr zu verstärken. Boyle war der erste, der die Grundlagen zu diesen wichtigen Versuchen legte, die nach ihm bald vervollkommt wurden. Sie erregten so sehr die Aufmerksamkeit der Naturforscher, daß man sich bewogen glaubte, eine eigene kaltmachende Materie in der Natur der Salze anzunehmen; allein es lassen sich alle diese Erscheinungen sehr bestimmt und deutlich aus der Auflösung erklären.

Ich schließe hier diesen Brief, indem ich ihn Ihrem Nachdenken und mich Ihrer fortgesezten Freundschaft empfehle rc.

Achtzehnter Brief.

Werthe Jünglinge,

Lassen Sie uns nun auf der andern Seite sehen, wie die Auflösungen zweier oder mehrerer Körper das Gegentheil der Kälte — Hitze, selbst Feuer, hervorbringen. Man bemerkt bei verschiedenen dieser Auflösungen ein Aufbrausen, welches meistens im ersten Anfange der Auflösung am stärksten zu seyn pflegt, und nach einiger Zeit aufhört. Dieses Aufbrausen rührt davon her, daß ein Theil der gemischten Materien plötzlich in einen luftartigen Dampf aufgelöset wird. So brausen rohe Kalksteine, und kalkartige Steine und Erden heftig auf, wenn man sie mit sauren Säften begießt, und sie sich nun mit denselben auflösen. Das Wasser bringt diese Wirkung bei ihnen nur dann hervor, wenn man sie 12 bis 18 Stunden lang in einem dazu eigends erbaueten Ofen glühen läßt. Nach diesem Glühen, wodurch sie um die Hälfte leichter geworden sind, sind sie im Wasser auflöslich. Sie schwillen dann, übergossen mit demselben, gewaltsam auf, zerspalten und erhitzen sich dabei so stark, daß sie Stroh und andere leicht verbrennliche Körper anzünden, einen Dampf von sich geben, und nun wieder viel schwerer werden. Diese Auflösung heißt: gelöschter Kalk, und die Anwendung dieses Teiges, der mit der Zeit sehr erhärtet, ist bekannt genug. Er besizt in diesem Zustande eine Eigenschaft, die man seine Kausticität, Aetzbarkeit, beizende Kraft (*Vis caustica*, Causticité) nennt, die er mit den mine-

ralischen Säuren, dem Arsenik, dem ätzenden Quecksilbersublimat 2c. gemein hat, und der man sich zur Auflösung der organischen Körper bedient. Er zerfrißt die Theile, die er unmittelbar berührt; daher man ihn z. B. auf Leichen schüttet, um ihre Auflösung zu beschleunigen.

Es giebt nun viele andere Auflösungen außer der Löschung des lebendigen Kalkes, welche ebenfalls Wärme, Hitze, ja sogar Feuer hervorbringen. Hier nur einige wenige merkwürdige Beispiele und Versuche:

Drei und vierzigster Versuch.

Füllen Sie ein etwas weites Gefäß von Metall (in Ermangelung etwas Besseren einen zinnernen Teller) mit 2 Loth Guajaköhl, und binden einen kleinen Becher an eine Stange, den Sie mit 2 Loth concentrirter Salpetersäure anfüllen, gießen es auf das Oehl, so wird es sich sogleich, wie es von der Salpetersäure berührt wird, entzünden und ein sehr heftiges Feuer verursachen. Mitten in der Flamme wird sich eine schwammige Kohle bilden. Es ist bei diesem Versuche einige Vorsicht und Behutsamkeit nöthig, weil das Feuer ziemlich weit umher sprizt.

Vier und vierzigster Versuch.

Dasselbe, nur nicht immer mit Gewißheit, erfolgt, wenn Sie, statt des vorigen kostspieligen Versuches, Terpentin- und Vitriolöhl zu gleichen Theilen zusammen in dasselbe Gefäß gießen, und alsdann etwas rauchenden Salpetergeist, bis zur wirklichen Entzündung, mit einem, an einem Stock gebundenen Blechlöffel, hinzuthun.

Aus

Aus diesen gegenseitigen Auflösungen erklärt sich nun sehr leicht und deutlich eine in der Natur oft genug vorkommende Erscheinung, die man mit dem Nahmen

Selbstentzündung (*Inflamationes spontaneae*, Inflammations spontanées)

belegt. Die ganze Natur ist voll entzündlicher Stoffe und Gemische, die sich von selbst zersetzen, ohne alle Erhitzung und Entzündung von außen, sich von selbst entzünden, und bei dem Zutritt der atmosphärischen Luft in eine heftige Flamme ausbrechen können. Die mineralischen Stoffe sind diesem Ereigniß vornemlich bei ihrer Verwitterung, die vegetabilischen und animalischen Stoffe bei gewissen Graden der Gährung ausgesezt. Der Schwefelkies z. B., der aus einer von der Natur selbst bewirkten, innigen Mischung des Eisen und Schwefels mit erdigen Stoffen besteht, ist der Verwitterung sehr unterworfen, das heißt, er zerfällt, beim Zutritt einer hinlänglichen Menge Feuchtigkeit, in Staub, bei dem sich, wenn die Feuchtigkeit fortdauert, bald Hitze äußert, und am Ende eine heftige Flamme ausbricht. Eben solche Entzündungen finden in Torfhaufen, Alaunschiefern und Steinkohlenschichten Statt; auch sie sind derselben häufig genug ausgesezt.

Fünf und vierzigster Versuch.

Nehmen Sie acht Loth pulverisirten Schwefel und acht Loth gute Eisenfeilung, und nachdem Sie beide Körper fleißig gemischt, thun Sie dieselben in einen irdenen Topf, übergießen sodann dies Gemisch mit acht Loth Wasser, und vergraben dasselbe in ein Häufchen Sand oder Erde. Nach einigen Tagen verhärtet sich die Oberfläche, sie berstet, und es dringen weiße,

schwefliche, brennende Dünste hervor. Der Brand dauert mehrere Stunden.

Lemery, Mitglied der Par. Acad., war der erste, der 1700, Versuche dieser Art anstellte. Er machte, nachdem er sich von dem Gelingen überzeugt, diese Versuche im Großen mit 25 Pfund von jeder Masse, und hatte dann auch die Freude, den Erfolg in bedeutender Größe zu bewundern.

Daß nun, beiläufig gesagt, diese Auflösungen die Ursachen der Ausbrüche der Vulkane sind, liegt am Tage.

Auch vegetabilische Stoffe, Heu, Getraide, Mehl, Malz, Samen von Pflanzen, Ruß, gepreßte Oehle, sind dieser Selbstentzündung sehr häufig ausgesezt. Sie gerathen in Gährung, gehen in Fäulniß über, und können dann, vorzüglich wenn sie zusammengedrückt und feucht sind, bei dem Zutritt der Luft in eine lodernde Flamme ausbrechen. Dies ist oft die unerkannte Ursach so manches unerklärbaren Feuerausbruchs. Ich habe in dem 59sten Stück der besondern Beilage des Berlinischen Intelligenzblattes vom Jahre 1805 ein Mittel bekannt gemacht, wie man in England, namentlich in der Gegend von Newcastle, dergleichen Selbstentzündungen beim Heu und Getraide verhütet, das gewiß, wegen seiner Einfachheit, Empfehlung verdient.

Man stopft einen Sack so fest mit Heu voll, als man kann, und bindet ihn oben zu. Diesen Sack sezt man aufrecht auf die Erde, und legt den Heu- oder Garbenschober rund um ihn her an. So wie der Schober so hoch geworden, als der Sack, so zieht man diesen in die Höhe, und fährt fort mit dem Baue des Schobers; und wenn dieser vollendet ist, dann nimmt man den Sack ganz heraus, da

denn in der Mitte eine cylindrische Höhle bleibt, welche die Luftcirculation im Innern des Heuschobers unterhält, und so die Entzündung verhindert.

Hanf und Flachs, verbunden mit Fett oder Oehl, haben oft durch Selbstentzündungen zu den heftigsten Feuersbrünsten Gelegenheit gegeben. In Petersburg entstanden in den Jahren 1780 und 1781 auf Schiffen und in Magazinen zum Theil sehr heftige Feuersbrünste, von denen man anfangs um so weniger die wahren Ursachen entdecken konnte, da z. B. das Magazin selbst von Stein und Eisen erbauet, auf einer Insel der Newa lag, auf der kein Feuer geduldet wird. Bei einem Brande auf einer Fregatte (1781) erinnerte sich die Kaiserin — die große Katharina — selbst, daß vielleicht die Ursach dieses öfteren Brandes in Selbstentzündung liegen könne, und befahl, die Sache in dieser Hinsicht genauer zu untersuchen. Es zeigte sich auch bald, auf die von der Russisch-Kaiserl. Admiralität angestellten Untersuchung, die Wahrheit der Vermuthung dieser großen Frau. Man stellte Versuche an, um das quantitative Verhältniß dieser Auflösung gedachter Körper zu erfahren, und fand, daß 40 Pfund Kienruß, auf welchem eine Stunde lang 35 Pfund Hanföhl gestanden, wenn er, nach abgegossenem Oehle, in eine Hangematte gewickelt wurde, schon nach 19 Stunden Rauch und Feuer zeigte, und, bei der Eröfnung der Thür oder beim Zutritt der frischen Luft, in helle Flammen ausbrach. Die Versuche der Petersburger Akademie sezten die Sache noch mehr außer Zweifel, und ergaben, daß fetter Kienruß sich schon in 16 Stunden unfehlbar entzündet, wenn er, mit fetten Oehlen getränkt, in einfache Leinwand fest eingeschnürt wird. Eben so entzünden sich Kleie, Reiß, Erbsen, Bohnen, Kaffee, Grütze, Sägespäne,

Kräuter ꝛc., wenn sie stark geröstet, noch heiß in Leinwand gewickelt oder gar eingeschnürt werden. Wie oft mögen diese, und vorzüglich die gerösteten Cichorienwurzeln, schon Gelegenheit zu unerkannten Feuersbrünsten gegeben haben. Man sieht also, welche Vorsichtigkeiten hierbei anzuwenden sind, und muß allerdings eine Wissenschaft lieben und schätzen, die sich mit der Untersuchung heilsamer und allgemein nützenden Gegenstände so eifrig beschäftigt.

Auch thierische Substanzen, z. B. Düngerhaufen, wollene Zeuge, die feucht geworden, sind dieser Selbstentzündung ausgesezt. Carette in Frankreich hat darüber Beispiele gesammelt und sie bekannt gemacht, wie in der Literatur ausführlicher angezeigt werden soll.

Selbst das vollkommenste Produkt der Schöpfung — der Mensch, ist unter gewissen Umständen von dieser Selbstentzündung nicht verschont. Ihr Freund, geliebte Jünglinge, hat darüber in dem 93sten Stücke der besondern Beilage des Berlinischen Intelligenzblattes vom Jahre 1803 einen eigenen Aufsatz geschrieben, wozu er die Materialien aus Pierre Aimelairs kleinem Traktätchen über diesen Gegenstand nahm. Seine Absicht ging vorzüglich dahin, dem so äußerst schädlichen und doch leider! überhand nehmenden Branntweintrinken etwas Ernstes entgegen zu setzen, und auf diese Art sein Scherflein zum Heil der Menschheit beizutragen. Er hatte es dabei vorzüglich auf den Mittelstand und den gemeinen Mann abgesehen, der in diesem flüssigen Gifte Labung und Kraft zu finden hofft. Da diese Abhandlung selbst nur klein ist, und diese animalischen Selbstentzündungen viel weniger bekannt sind, als sie zu seyn verdienten, so glaubt er, daß sie vielleicht in diesem Werke, das zunächst dem Unterrichte von Jünglingen bestimmt ist, die einst

pflichtmäßig dagegen wirken sollen und können, die mit Ansprüchen auf Lebensgenuß in die große Welt auftreten, und es selbst so leicht in diesem Lebensgenuß übertreiben, gerade an ihrer Stelle seyn würde. Sie lautet wörtlich:

Der übermäßige Genuß geistiger Getränke, und namentlich der gebrannten Wasser, hat der nachtheiligen Folgen so viele, zerstöhrt so sehr die Gesundheit in physischer und moralischer Hinsicht, daß gewiß kein Versuch überflüssig zu seyn scheint, der dazu etwas beitragen kann, diese unglückliche Gewohnheit zu beschränken; denn sie auszurotten, scheint Unmöglichkeit. Die größten Aerzte, selbst der verdienstvolle, um das Glück der Menschheit so ernstlich und ehrend sich bemühende Geheimerath, Professor Hufeland, haben das Nachtheilige, Verderbende und Zerstöhrende dieses Genusses so oft und mit so großem Nachdruck ins hellste Licht zu setzen sich bemüht, daß der Erfolg wohl nicht ganz ausbleiben konnte. Indessen ist die Sache bei weitem noch nicht erschöpft, und ich glaube nichts Unnützes zu unternehmen, wenn ich diese wichtige Sache aus einem Gesichtspunkt darstelle, der, wenn auch nicht ganz übersehen, doch nicht zur Sprache gekommen ist, und der dennoch wirksam seyn muß, wenn anders irgend etwas da wirken kann, wo Gewohnheit, Beispiel und Eigennutz Alles thun, um einen glücklichen Erfolg zu hemmen. Ich meine:

Die Selbstentzündung und Verbrennung menschlicher Körper nach dem überhäuften Genuß geistiger Getränke.

Es scheint allerdings auf den ersten Anblick unglaublich, daß der menschliche Körper die Wirkungen eines innerlichen Feuers in einem so hohen Grade erfahren könne, daß er von demselben zerstöhrt werden sollte, so daß in den meisten Fällen nur ein wenig fettige Asche von ihm übrig bleibt; und es hat gleich anfangs viel wider sich, weil die Fälle nicht so gar häufig sind, und wir uns bei dem Verbren-

nen (*Combustio*, Combustion) eines Körpers eine Zersetzung durchs Feuer beim Zutritt der atmosphärischen Luft, durch Lichtflamme und Kohlenfeuer veranlaßt, denken, den menschlichen Körper aber nicht unter die verbrennlichen, entzündlichen Körper (Corpora combustibilia) zählen. Ueberdies lehrt die Erfahrung, daß menschliche Körper, die selbst einem sehr heftigen Feuer von außen ausgesetzt werden, doch bei weitem nicht ganz verbrennen, sondern eigentlich nur gebraten, und auf ihrer Oberfläche mehr oder minder verbrannt werden, weil selbst von den unglücklichen Verbrechern, die zu der Todesstrafe des Feuers durch das Gesetz verdammt werden, noch immer ein guter Theil übrig bleibt, der am Ende des scheußlichen Schauspiels eingescharrt werden muß.

So unglaublich indessen die Sache auf den ersten Anblick scheint, so ist sie doch gegründet, durch Beobachtungen bestätigt, durch Untersuchungen geprüft, und leidet auch nicht die allerkleinste Bedenklichkeit und Zweifel. Die berühmten Aerzte und Naturforscher Bianchini, Maffei, Rolli, le Cat, Vicq d'Azyr, und mit ihnen andere Gelehrte von Bedeutung, sogar ganze Academieen haben die Beispiele davon geliefert, haben ehrliche und redliche Leute als Zeugen abgehört, und so die Sicherheit der Erscheinung außer jedem möglichen Zweifel gesezt. Uebrigens ist man mit dem Nahmen, den man dieser Sache geben soll, noch nicht ganz ins Reine. — **Verbrennung**, **Einäscherung**, **Deflagration** sind Nahmen, die eigentlich alle das nicht ausdrücken, was sie bezeichnen sollen, und mir scheint die allgemeine Benennung — **animalische Selbstentzündung**, noch immer die beste zu seyn. **Verbrennung** geschieht mehr von außen nach dem Innern der Körper, und man denkt sich dabei keine Folge von einer Auflösung. **Einäscherung** erstreckt sich mehr auf leblose Körper von großen Massen, und **Deflagration** bezeichnet die Erscheinung, wenn ein Körper mit Geräusch, mit Pras-

seln brennt. Möge indessen der Nahme seyn, welcher er wolle, die Fakta sind gegründet, bestätigt, und von Männern aufbewahrt, die nicht täuschen wollten, und in jeder Rücksicht Glauben verdienen.

1) **Cornelia Gräfin Bandi** zu Cesena, 62 Jahr alt, im Genuß einer vollkommenen Gesundheit, bemerkte eines Abends bei Tafel eine ungewöhnliche Schläfrigkeit, und begab sich daher früher zu Bette, als sie sonst zu thun pflegte. Das Kammermädchen blieb bei ihr, im Zimmer, bis sie eingeschlafen war, und entfernte sich nun still. Am folgenden Morgen dauerte es ungewöhnlich lange, ehe sie klingelte. Das Kammermädchen wollte sie endlich wecken, und fand ihre Gebieterin in folgendem Zustande: Vier Fuß von dem Bette lag ein Aschenhaufen, in welchem sich die zwei Beine befanden, die vom Fuß bis zum Knie unbeschädigt waren. Bei den Füßen lag ein Theil des Kopfes. Das Gehirn aber, die Hälfte der Hirnschale des Hinterkopfs, und das ganze Kinn waren zu Asche gebrannt. Auch fand man noch verkohlte Finger. Das Uebrige des ganzen Körpers war Asche, die sich schmierig anfühlte, und eine übel riechende Feuchtigkeit an den Fingern zurückließ. Eine kleine Lampe auf dem Fußboden war mit Asche bedeckt und das Oehl aus derselben ausgebrannt; der Talg von zwei Lichtern auf dem Tische abgelaufen, doch der Dacht unbeschädigt, der Fuß der Leuchter feucht anzufühlen; das Bette in einem Zustande, als sey Jemand aufgestanden, doch keine Spur von Verbrennung; das Hausgeräth und die Tapeten mit einem feuchten, aschgrauen Ruß überzogen, der selbst in die Kasten der Spinden gedrungen, und die darin befindliche Wäsche beschmuzt hatte. Auch in der benachbarten Küche hatte sich dieser Ruß an den Wänden und das Küchengengeräth angesezt, und Brot, das mit diesem Ruß überzogen war, wollte kein Hund fressen. Ein übler Geruch war durch die benachbarten Zimmer verbreitet.

Die Gräfin hatte die Gewohnheit, sich sehr häufig den ganzen Körper mit Kamphorspiritus zu waschen. Bianchini ließ die Erzählung dieses außerordentlichen Faktums gleich nach dem Vorfall drucken. Niemand widersprach, noch weniger widerlegte ihn. Scipio Maffei, sein Zeitgenosse, der nicht leichtgläubig war, bestätigte die Begebenheit, und Paul Rolli bürgte bei der Londoner Gesellschaft für die Wahrheit dieses außerordentlichen Vorfalles. Das Annual-Register, ein berühmtes Englisches Journal, nahm die Begebenheit auf, und es ist also schlechterdings kein Grund vorhanden, auch nur das Kleinste dieser Erzählung in Zweifel zu ziehen.

2) **Maria Clues**, eine Engländerin, 40 Jahr alt, der Trunkenheit sehr ergeben, hatte nach dem Tode ihres Mannes sich dieser unglücklichen Leidenschaft so überlassen, daß sie seit einem halben Jahre täglich eine halbe Pinte (halbe Kanne oder Nößel) Rum zu sich nahm. Dadurch wurde ihre Gesundheit nach und nach immer mehr zerstöhrt; sie bekam die Gelbsucht, und war genöthigt, das Bette zu hüten. Demungeachtet setzte sie ihre Lebensart fort. Sie verlangte in der Nacht vom Sonnabend auf den Sonntag allein gelassen zu werden. Ihre Wärterin verließ sie um halb zwölf Uhr, verschloß beim Weggehen, wie gewöhnlich, die Thür, legte einige große Steinkohlen ins Kamin, und setzte auf einen Stuhl vor dem Bette einen Leuchter mit Licht. Um halb sechs Uhr sah man Rauch aus ihrem Fenster kommen, erbrach die Thür so schnell als möglich, und einige Flammen, die den Eintretenden entgegen schlugen, wurden bald gelöscht. Sie fanden die Ueberreste des Körpers dieser Unglücklichen in folgendem Zustande: Ein Bein und ein Schenkel war noch unversehrt, die Haut, die Muskeln und das Eingeweide zu Asche gebrannt, die Knochen der Hirnschale und des Rückenmarkes mit einem weißlichen Ueberzug in Kalk verwandelt. Das Hausgeräth hatte wenig

Schaden gelitten, die sämmtlichen Betten und Bettzeug waren unversehrt. Zwei Stunden nach diesem Vorfall fand der herbeigerufene berühmte Wundarzt Willmer, der diese Begebenheit in demselben Journal bekannt machte, welches die Begebenheit mit der Gräfin Bandi enthielt, die Wände des Zimmers mit einer schwarzen Farbe überzogen, welche auch die übrigen Gegenstände des Zimmers angenommen hatten, und mit einem übelriechenden Dampf das ganze Haus erfüllt.

3) Vicq d'Azyr führt in der Encyclopédie méthodique unter dem Titel: Anatomische Pathologie des Menschen, einen andern Fall an, der mit dem voranstehenden Aehnlichkeit hat. Eine Frau von einigen und funfzig Jahren, sehr unmäßig im Genuß geistiger Getränke, hatte die abscheuliche Gewohnheit, sich alle Abend vor dem Schlafengehen zu berauschen. Man fand sie eines Morgens zu Asche gebrannt. Nur wenige knochenartige Theile waren verschont, das Hausgeräth sehr wenig beschädigt.

4) Eine arme Frau in Paris, welche die lezten drei Jahre ihres Lebens sehr oft Weinspiritus trank, fand man auf ihrem Strohlager ganz zu Asche und Kohlen verbrannt; nur die Hirnschale und die äußersten Fingerspitzen waren noch übrig. Thomas Bartholin machte 1692 in den Actis medic. et philosoph. Hafnieus. diese Begebenheit bekannt.

5) Grace Pitt, die Frau eines Fischhändlers aus Ipswich in der Grafschaft Suffolk, ungefähr 60 Jahr alt, hatte, bei häufigem Gebrauch starker Getränke, sich seit mehreren Jahren gewöhnt, des Nachts beinahe unbekleidet aus ihrer Wohnstube zu gehen, um eine Pfeife Taback zu rauchen. In der Nacht des 9ten Aprils 1744 that sie das Nemliche. Nur erst am Morgen entdeckte die Tochter ihre Abwesenheit. Sie kleidete sich an, und ging in die Küche. Hier wurde sie ein schauderhaftes Schauspiel gewahr. Der Körper ihrer unglücklichen Mutter lag auf dem Heerde hin-

gestreckt auf der rechten Seite, der Kopf, getrennt vom Rumpfe, neben dem Heerde. Die Beine ruhten auf der entgegen gesezten Seite auf dem Fußboden. Das Ganze hatte das Ansehen eines verkohlten Holzstammes. Sie goß sogleich zwei Gefäße mit Wasser auf den Körper ihrer Mutter; allein der Rauch und Gestank, der sich nun überall verbreitete, war so unerträglich, daß die auf das Geschrei der Tochter herbeieilenden Nachbaren in Gefahr geriethen, zu ersticken. Der ganze Rumpf war ein mit nasser Asche bedeckter Kohlenhaufen. Nur Kopf, Beine und Schenkel, obwohl sie vom Feuer viel gelitten hatten, waren noch kenntlich. Das Feuer hatte so wenig um sich gegriffen, daß ein papierner Schirm, der dem Leichnam nahe lag, nicht einmahl angebrannt war, eben so wenig wie die in der Nähe liegenden Kleider eines Kindes. Die Memoiren der Königl. Gesellschaft in London lieferten dies Beispiel, und alle Zeitschriften waren voll davon. Die verschiedenen Schriftsteller, die alle diesen Vorfall erzählen, stimmen vollkommen mit einander überein.

6) Madam **Millet** aus Reims, berauschte sich täglich. Man fand sie den 20sten Februar 1725 in ihrer Küche, anderthalb Fuß vom Feuerheerde, ganz verbrannt. Blos ein Theil des Kopfes, der Beine, und einige Wirbelbeine waren vom Feuer verschont. Auch der Fußboden war angebrannt. Ein hölzernes Salzgefäß und ein Backtrog, welche nahe an dem Orte hingen, waren verschont. Chretien, ein Wundarzt der Stadt, sammelte die Ueberreste des Leichnams. Die Sache wurde, aus Unkunde dieser Erscheinung, gerichtlich gemacht, der arme Millet, der so schon genug durch die Trunkenheit seines Weibes gelitten, gefänglich eingezogen, und obgleich ein höheres Gericht, an das er appellirte, ihn nach langen Untersuchungen freisprach, so endigte sich doch für ihn die Sache so traurig, daß er dabei zu Grunde ging, und in einem Spital sein Leben endigen

mußte. Le Cat, in seinen Memoiren über die Selbstentzündungen, führt dieses Beispiel an, und fügt hinzu, daß er selbst 1724 bei dem Manne gewohnt habe.

7) Frau von Boiseon, beinahe 80 Jahr alt, sehr mager, genoß seit Jahren nur Branntwein. Sie saß im Februar 1749 in ihrem Lehnstuhl vor ihrem Kamin. Ihre Kammerfrau verließ sie einige Augenblicke, und fand sie, bei ihrer Zurückkunft, brennend. Auf ihr Geschrei eilten die Domestiken herbei. Einer von ihnen suchte das Feuer mit der Hand zu löschen. Es sezte sich aber an seiner Hand fest, und sie brannte, als wenn er die Hand in angezündeten Branntwein gesteckt hatte. Man begoß die alte Dame sehr reichlich mit Wasser; allein nun brannte das Feuer desto heftiger, und hörte nicht eher auf, als bis alles Fleisch an den Körper verzehrt war. Das Skelett war sehr schwarz, und befand sich im Lehnstuhl, der nur ein wenig versengt war. Ein Bein und beide Hände waren unversehrt abgefallen. Le Cat erzählt diese Begebenheit aus einem Briefe des Herrn Boinneau, Pfarrers zu Plerguer bei Doll.

8) Marie Jouffret, Wittwe des Schuhmacher Nicolas Gravier, klein, fett, der Trunkenheit sehr ergeben, verbrannte im Februar 1729 zu Aix in Provence. Sie wurde ganz in einen Aschenhaufen verwandelt; nur einige Knochen blieben übrig, die aber so calcinirt waren, daß sie, bei geringer Berührung, in Staub zerfielen. Eine Hand und ein Fuß war übrig geblieben. Nur der Stuhl, auf dem sie gesessen, hatte Spuren vom Brande. Die übrigen Geräthschaften des Zimmers waren unbeschädigt. Muraire, Wundarzt, erzählt diese Begebenheit in dem Journal de Médicine, Tom. 59. S. 440., und sein College Rocas hatte den Auftrag erhalten, den Bericht darüber aufzusetzen.

9) Demoiselle Thouars in Caen, 60 Jahr alt, sehr fett, dem Trunke unmäßig ergeben, wurde den 3ten Januar 1782 in folgendem Zustande gefunden. Der Kopf lehnte sich

an einem Feuerbecken, der übrige Körper lag quer vor dem Kamin. Alles Uebrige war ein Aschenhaufen, selbst die stärksten Knochen hatten ihre Gestalt verlohren. Keiner war kenntlich, als das Stirnbein, zwei Lendenwirbelbeine, ein Theil des Schulterblattes, und die Tibia. Und auch diese Knochen waren so calcinirt, daß sie, bei der geringsten Berührung, zerstäubten. Von den beiden Füßen war der rechte noch ganz, der linke aber stärker verbrannt. Der Stuhl, auf dem sie wahrscheinlich gesessen, war vollkommen unversehrt. Die völlige Verzehrung konnte etwa sieben Stunden gedauert haben. Das Journal de Médecine, Tom. 59. S. 140, erzählt diese Begebenheit. Sie wurde von Aumelin, einem Apotheker der Stadt, noch ausführlicher wiederholt. Doch hat sein Visum repertum volle Uebereinstimmung mit dem Obigen. Die Asche, welche übrig blieb, machte nur ein kleines Volumen aus, etwa so viel, als der Raum eines Hutkopfes faßt.

10) Eine Frau aus der niedern Volksklasse, die auf dem Villers-Platze der Stadt Caen wohnte, und dem Trunke sehr ergeben war, brannte eines Tages zu Asche, so daß nur Hände und Füße verschont, und das Hausgeräth unbeschädigt blieben. Bouffet, Arzt zu Argenteau, erzählt den Vorfall.

Doch genug der Beispiele von Verbrennungen oder Selbstentzündungen. Leicht wäre es, ihre Zahl zu vermehren; doch sind die Umstände immer dieselben, und nur in sehr unwesentlichen Dingen verschieden. Warum man übrigens, bei der traurigen Allgemeinheit des Lasters der Völlerei, nicht noch mehr Beispiele aufgestellt und aufgezeichnet findet, liegt wohl hauptsächlich darin, daß in kleinen Städten zu wenig Beobachtungen angestellt werden können, und in großen Städten die Sache meistentheils von den Verwandten der unglücklichen Personen unterdrückt werden. Schon diese aufgestellten Beispiele lehren indessen, daß die

Verbrennung nicht so gar selten ist. Sie haben überdies, im Ganzen genommen, sehr viel Uebereinstimmendes. Alle Personen, mit Ausnahme der Gräfin Bandi, waren dem Trunke mehr oder minder unmäßig ergeben. Es waren insgesammt Frauenzimmer und von gewissen Jahren, zwischen 50 und 80. Das Feuer schonte die Extremitäten, brannte, mit Wasser gelöscht, noch stärker, zündete selbst die nächsten brennbaren Körper nicht an, und ließ eine fette, stinkende Asche, und schmierigen, sich an die benachbarten Gegenstände anhängenden Ruß, zurück. Es unterschied sich also von jedem andern Feuer durch die auffallendsten Verschiedenheiten. Woher nun diese Erscheinungen? — Es sey mir erlaubt, hier eine Erklärung, die sich auf Aimelairs Auseinandersetzung gründet, anzuführen, bis Aerzte und bedeutende Naturforscher die Sache ihrer besondern Untersuchung würdigen, die sie übrigens recht sehr verdient.

Der Genuß des Branntweins, und mit ihm aller starken Getränke, gewährt, nach Hufelands treflichem Aufsatze: Ueber die Vergiftung durch Branntwein, das stärkste Reizmittel, und bringt, als solches, Beschleunigung der Blutbewegung, Anspannung der Nerven, und Vermehrung der Lebensthätigkeit hervor. Es ist aber keine wahre Stärkung, sondern blos gewaltsame Ueberspannung unserer Kräfte. Man findet ferner, daß die unglücklichen Personen, die sich zu diesem unmäßigen Genusse starker Getränke gewöhnten, eine Abneigung vor allen Speisen bekommen, die nicht sehr reizend und piquant sind. Stark gewürzte oder gesalzene Speisen sind ihnen die liebsten. Der flüchtige Geist dieser Gewürze gesellet sich zu dem der starken Getränke, und die einsaugenden Gefäße nehmen diesen Geist in sich auf. Erfolgt in den mittleren Jahren des Lebens nicht Wassersucht, die gewöhnlichste und eigenthümlichste Krankheit, welche dem Genusse starker Getränke folgt, oder Engbrüstigkeit, die sich mit Keichhusten (Branntweinhusten), Stickfluß und

wahrer Lungensucht endet, so kann in den höhern Jahren des Menschenlebens eine solche Verbrennung Statt finden. Man hat Beispiele von Trunkenbolden, die, in Hinsicht der Selbstentzündung, eines natürlichen Todes starben, daß sie, bei ihrer Leichenöfnung, einen geistigen, branntweinartigen Geruch aus allen Theilen ihres Körpers ausdünsteten, zu einem Beweise, daß sich die spirituösen Bestandtheile starker Getränke absondern, und von den einsaugenden Gefäßen aufgenommen werden. Auch das Beispiel der Gräfin Bandi beweiset dies Einsaugen hinlänglich, noch mehr aber die Versuche, die Kruikschank angestellt hat. Sind diese geistigen Bestandtheile nun im Körper zu sehr angehäuft, daß sie die wäßrigen überwiegen, so werden sie vielleicht durch Reibung an einander, Auflösung, oder durch einen andern Prozeß, der uns bis jezt noch unbekannt ist, oder auch durch eine wirkliche äußere Flamme entzündet.

Warum indessen diese Selbstentzündung nur bei Weibern Statt hatte, und kein einziges Beispiel von der Verbrennung eines Mannes authentisch bekannt ist, liegt vielleicht in dem feinen Bau ihres Körpers. Ihre festen Theile sind schlaffer, schwammiger, ihre Fibern dünner, ihre Lebensart von der des Mannes verschieden, da sie meist sitzend ist, und ihnen oft körperliche Bewegung ganz abgeht. Ueberdies waren die meisten der angeführten Frauen, Herrinnen ihrer Handlungen und ihres Willens, und kannten also keine Einschränkung dieser unmäßigen Gelüste. Warum indessen nnr alte Frauen verbrannten, läßt sich wohl daraus erklären, daß in den jüngern Jahren die unmäßige Neigung zu den starken Getränken meist andern Leidenschaften untergeordnet ist.

Es ist übrigens eine bekannte Erfahrung, daß selbst der Athem der Trinker einen weinartigen Geruch an sich hat, der sogar in einer kleinen Entfernung bemerkbar ist. Die Verdauung leidet nemlich durch den Genuß starker Getränke

ganz vorzüglich. Sie wird geschwächt und verdorben. Die Folge ist Verschleimung des Magens und Anhäufung von Säuren. Oft entsteht gänzliche Verhärtung des Magens, deren Wirkung die ist, daß der Unglückliche alles, was er genießt, wieder von sich giebt.

Diese unverdaueten geistigen Getränke können sich nun unter Umständen durch die Nähe eines brennenden Lichtes oder Feuers entzünden, wenn nemlich der Athem oder das spirituöse Erbrechen damit in Verbindung kommt. Man hat Beispiele, daß Trunkenbolde, wenn sie einem Lichte mit ihrem Athem zu nahe kamen, Gelegenheit gaben, daß sich der geistige Dunst entzündete und eine Flamme erregte, die ihnen nachher aus dem Halse brannte, und ihr Leben gewaltsam endete. Daher finden wir auch bei den übrigen Beispielen meist in der Nähe der verbrannten Körper brennendes Licht, Kamin- oder Heerdfeuer; selbst das Tabackrauchen der Grace Pitt kann Gelegenheit dazu gegeben haben.

Warum ferner die Extremitäten, das heißt, Hände und Füße, und der Hirnschädel so selten verbrannt und meist verschont blieben, liegt wohl in dem Mangel an Fleisch und Fett, den diese Theile, selbst bei starken Personen, besitzen, da hingegen die Knochen des Rumpfes, wegen der Nähe der weichen und fetten Substanzen, dieser Verbrennung weniger Hindernisse in den Weg legen.

Die Erscheinung, daß das Wasser die Flamme vermehrte, sehen wir alle Tage bestätigt, indem auch brennendes Oehl und Branntwein nicht durch Wasser gelöscht werden können, sondern nur um desto stärker brennen. Warum feuerfangende Sachen in der Nähe eines so gewaltsamen Feuers verschont blieben, liegt wohl in der besondern Natur des Feuers. Etwas Aehnliches ereignet sich bei dem Anzünden geistiger Körper, die, selbst beim heftigen Brennen, nicht die angrenzenden Körper in allen Fällen anzuzünden pflegen.

Doch ich überlasse die nähere Untersuchung dieses Gegenstandes den Physiologen und Chymikern. Möge die Aufstellung dieser schauderhaften Selbstentzündung manchen Unmäßigen von seiner Leidenschaft zurückschrecken, oder wenigstens in dem Jünglinge, der sich noch nicht zu diesem erträumten, und doch so tyrannischen Bedürfnisse gewöhnte, die Gefahr recht anschaulich machen, die er sich, selbst bei dem mäßigsten Gebrauche starker Getränke, aussezt.

Ich empfehle mich übrigens Ihrer Gewogenheit, und bin mit Achtung ꝛc.

Neunzehnter Brief.

Theure Jünglinge,

Nach dieser, wie ich gewiß glaube, nicht unnöthigen, weitläuftigern Erklärung der Selbstentzündung, die sich durch die Wichtigkeit der Erscheinung und den möglichen moralischen Nutzen hinlänglich entschuldigt, gehe ich nun zu den Erscheinungen über, deren Betrachtung uns bei der Auseinandersetzung der allgemeinen Eigenschaften der Cohäsion beschäftigte, und bestimme diesen Brief zu einer äußerst wichtigen Erscheinung derselben, bei deren Erwägung ich mir im Voraus Ihre ganze Aufmerksamkeit erbitte.

Die verschiedenen ungleichartigen Theile der Körper hängen nicht allein nicht mit gleicher Kraft unter einander zusammen, sondern sie zeigen auch nicht eine gleiche Anziehung mit den Grundstoffen und Bestandtheilen anderer Körper. Die sorgfältigen Beobachtungen und daraus gemachten Erfahrungen berühmter

Natur-

Naturforscher haben gelehrt, daß selbst zwei zu einem gleichartigen Ganzen vereinigte, ungleichartige Grundstoffe, durch die Dazwischenkunft, durch die Zersetzung eines dritten von einander getrennt werden können, wenn dieser dritte gegen einen von den beiden Verbundenen einen größern Zusammenhang (Anziehungskraft) äußert, als jene unter sich selbst besaßen. Dieser bei den Grundstoffen, wenn sie in Berührung gebracht werden, sich zeigende, verschiedene Zusammenhang, heißt:

Die chymische Verwandtschaft, die Wahlanziehung der Stoffe, Affinität. (*Affinitas*, Affinité).

Sie ist die allgemeine Erscheinung, nach welcher sich die Theile der Materie unter günstigen Umständen innig mit einander verbinden, und zwar so, daß ein Körper sich mit einem andern leichter, als mit einem dritten vereinigt. Ja, daß er sogar die eingegangene Verbindung mit einem Körper aufgiebt oder verläßt, ihn von sich ausscheidet, um sich mit einem dritten, ihm näher verwandten, auf's neue zu vereinigen. Wenn Sie also zu einem, aus zwei ungleichartigen Bestandtheilen A und B zusammen gesezten Körper, einen dritten C hinzuthun, gegen welchen A eine stärkere Anziehung hat, als er gegen den mit ihm verbundenen B Körper äußert, so vereinigt sich A und C, und scheidet B von sich aus. Auf diese Art werden also die in den Materien sich befindenden Kräfte der Anziehung und Trennung Mittel zur chymischen Theilung, die durch mechanische Arbeiten nicht bewirkt werden konnte.

Die Kreide ist z. B. ein Körper, der sich sehr leicht und gern mit der Essigsäure verbindet. Diese löset die Kreide völlig auf, und macht mit ihr einen dritten Körper, nemlich ein Gemisch aus Kreide und Essigsäure,

das in diesem Zustande sich erhält, und sich nicht, wie dies bei einer mechanischen Mischung der Fall seyn würde, wieder von einander absondert. Da aber das Laugensalz eine weit innigere Vereinigung mit der Essigsäure eingehen kann, als die Kreide, da ihre Bestandtheile sich mit dem Kali inniger vereinigen, als mit der Kreide, so läßt sie dieselbe auf den Boden des Gefäßes fallen, scheidet sie von sich aus, und verbindet sich wählend mit dem Kali. Dies bezeichnet man nun mit kurzen Worten dadurch, daß man sagt: die Essigsäure habe eine Verwandtschaft mit der Kreide; allein eine nähere Verwandtschaft mit dem Kali, als mit der Kalkerde.

Diese Verwandtschaft ist nun eine Folge der Cohäsion, oder eine besondere Modification der Anziehung. Sie zeigt sich auf eine verschiedene Art in den mannigfaltigen Niederschlägen, Auflösungen, Zerlegungen, Zusammensetzungen, und überhaupt in allen Operationen, welche die Natur im Großen und die Chymie im Kleinen bewirkt. Auf ihr beruhen die hauptsächlichsten Arbeiten der Chymie; indessen beweisen sie alle, daß auch hier unveränderliche Naturgesetze, wie in allen Erscheinungen, herrschen. Die Ursachen derselben werden indessen wohl noch lange für den denkenden Naturforscher unenthüllt bleiben, wenigstens sind sie es bis jezt. Die Atomisten erklären sie aus der Form der Lage, der Dichtigkeit der kleinsten Theile der Natur; die Dynamisten führen diese Erscheinung auf anziehende und zurückstoßende Kräfte zurück, und ihnen liegt die Ursach der Wahlverwandtschaft in diesen Kräften der Stoffe, welche mit einander in Berührung kommen. Daß eine Naturkraft überhaupt die Erscheinungen der Verwandtschaft hervorbringt, ist freilich außer jedem

Zweifel; aber welche es sey, worin sie besteht, was sie wirkt, das wissen wir nicht. Wir wissen nur, daß diese Verwandtschaft da ist, daß durch sie Körper entstehen und zerstöhrt, decomponirt werden. Die Ursachen aber sind uns völlig unbekannt; sie ist so gut ein Urgrundgesetz, wie Black sagt, als Newtons Schwerkraft.

Soll sich indessen diese Verwandtschaft in ihrer Wirksamkeit äußern, so ist es in den mehrsten Fällen nöthig, daß der eine Körper oder alle beide flüssig sind, wenn man sie mit einander vermischt, oder daß man sie wenigstens unmittelbar darauf flüssig machen muß. Es giebt nur wenige Ausnahmen, wo eine beträchtliche Wirkung ohne vorhergegangene Flüssigkeit hervorgebracht werden kann.

Sechs und vierzigster Versuch.

Wenn Sie eine kleine Menge Salmiak und Weinsteinsalz als ein trockenes Pulver zusammen mischen, so folgt keine merkliche Veränderung; allein gießen Sie nur etwas Wasser hinzu, und es wird sich im Augenblick ein starker Geruch entwickeln, nemlich — Ammoniak.

Sieben und vierzigster Versuch.

Nehmen Sie trockene Weinsteinsäure und trockenes Weinsteinsalz. Die Mischung ist unthätig. Sobald Sie aber Wasser hinzuthun, so wirken die Bestandtheile gegenseitig in einander, und Sie erhalten ein zusammengesetztes Salz.

Acht und vierzigster Versuch.

Wickeln Sie ein aus Kupfer und Scheidewasser bereitetes Salz in Zinnfolie, so bleibt es unwirksam. Benetzen Sie aber die Zinnfolie nur ein klein wenig

vor dem Zusammenrollen mit Wasser, und sie verfahren dabei geschwind, so erfolgt eine sehr heftige Wirkung, die mit einer Zerplatzung und oft sogar mit einer hellen Flamme, immer aber mit einer starken Hitze verbunden ist. Die Zinnfolie wird durch diesen Körper zerfressen und durchlöchert.

Es kann Sie nun nicht befremden, daß die Flüssigkeit diese Wirkungen äußert; denn es giebt kein besseres Mittel in der Natur, die Theile der Körper in innige Berührung zu bringen, als Flüssigkeit, vorzüglich wenn man vorläufig die festen Körper mechanisch theilt, oder ihre Oberfläche vermehrt. Der feinste Staub berührt sich ohne Flüssigkeit dennoch nur in wenigen Punkten, die einzelnen Theile desselben liegen also außer der chymischen Anziehung. Man hat daher eine **vorbereitende Verwandtschaft** (Affinitas praeparans) unterschieden. Ihre Hauptsache besteht in der Flüssigmachung, folglich nähern Berührung der verschiedenen Theile der Körper, theils durch die Verwandlung in Dämpfe (Dünste), theils durch Mischung von Flüssigkeiten mit denselben.

Wenn also ein flüssiger Körper mit einem andern flüssigen oder auch mit einem festen in Berührung kömmt, so bedürfen diese Körper keiner besondern Vorbereitung, um eine Verbindung einzugehen. Sind sie aber beide fest, so müssen sie so behandelt werden, daß die Berührungspunkte vermehrt werden, das heißt, sie müssen ausgedehnt werden. Diese Ausdehnung geschieht vorzüglich durch den Zutritt einer hinlänglichen Menge Wärmestoffes. Man belegt beide Fälle mit besondere Nahmen. Ist nemlich die Flüssigkeit schon bei der gewöhnlichen Temperatur der Atmosphäre vorhanden, so nennt man dies: die **Verwandtschaft**

auf nassem Wege (Aff. via humida). Muß sie aber erst durch Schmelzung bewirkt werden, so nennt man sie: die Verwandtschaft auf trockenem Wege (Aff. via sicca). Ist zwischen einem flüssigen und einem festen Körper die Anziehung so schwach, daß sie nur einen Theil des flüssigen, nicht aber die Theile des festen Körpers trennen kann, so zeigt sich ein bloßes Anhängen, Adhäsion (Adhaesio). Ist aber die Anziehung stark genug, um die Theile beider Körper aus ihrem vorigen Zusammenhang zu bringen, so erfolgt eine wirkliche Auflösung. Beide Wirkungen setzen indessen Verwandtschaft voraus; denn Stoffe, die gar nicht verwandt sind, können weder anhängen, noch einander auflösen.

Es giebt mehrere Arten dieser Verwandtschaften, und es ist allerdings bequem, sie deswegen zu unterscheiden, und die Erscheinung selbst in Klassen zu ordnen. Eine von den Arten derselben heißt: die Verwandtschaft der Mischung oder Zusammensetzung (Aff. mixtionis). Sie findet Statt, wenn zwei oder mehr ungleichartige Stoffe sich zu einem neuen, völlig gleichartigen, homogenen Ganzen vereinigen. Sie findet auf trockenem Wege Statt, z. B. bei der Verquickung, das heißt, der Auflösung der Metalle durch Quecksilber, bei der Legirung oder der Zusammenschmelzung zweier Metalle im Feuer, z. B. des Goldes mit Kupfer oder Silber; auf nassem Wege, z. B. bei der Verbindung des Wassers mit Alkohol, oder Zucker, oder Neutralsalzen.

Eine andere dieser Verwandtschaften wird die Aneignung, die aneignende, vermittelnde Verwandtschaft (Aff. appropriata) genannt. Sie besteht darin, daß zwei Körper, die mit einander wenig oder

gar keine zusammensetzende Verwandtschaft haben, vermöge eines dritten nicht nur unter sich, sondern auch mit diesem dritten in Verbindung treten, und sich zu einem homogenen Ganzen vereinigen. Dieser dritte Körper wird mit dem Nahmen **Aneignungsmittel** (Medium approprians) belegt. So hat fettes Oehl wenig Verwandtschaft mit dem Wasser; da aber das Kali mit beiden Verwandtschaft hat, so vereinigen sich beide durch den Zutritt desselben, und geben nun alle drei, verbunden, einen vierten Körper — Seife; der Schwefel und das Wasser haben keine Verwandtschaft, er ist in demselben unauflöslich, verbunden mit Kali geben sie — Schwefelleber, die als solche im Wasser auflöslich ist.

Wenn sich ferner mit zwei schon verbundenen, verwandten Körpern, ein dritter vereinigt, der zu einem oder dem andern der gemischten Körper eine größere Affinität besitzt, als jene zu einander äußerten, so findet nicht allein eine Entmischung oder Zerlegung der beiden ersten Körper Statt, sondern es entsteht auch eine neue Mischung aus der Vereinigung des dritten Körpers mit einem der erstern. Diesen Erfolg nennt man: die **einfache Wahlverwandtschaft** (Aff. electiva simplex). So scheidet das Wasser den Weingeist von dem Harz, mit welchem sich dieser zu einem Ganzen verbunden hatte, und mischt sich mit dem Wasser, die Schwefelsäure trennt die Zusammensetzung des fetten Oehles mit dem Mineralalkali oder der grünen Seife rc.

Neun und vierzigster Versuch.

Um die scheinbare **Verwandlung des Eisens in Kupfer**, oder das Cementkupfer zu machen, lösen Sie ein Loth des blauen oder Kupfervitriols in Wasser

auf, legen ein polirtes Stück Eisen, z. B. einen Schlüssel, in die Solution, und nach einigen Minuten wird derselbe mit Kupfer überzogen seyn.

Funfzigster Versuch.

Um den **Bleibaum** zu verfertigen, lösen Sie ein Loth Bleizucker in einem Bierglase voll Wasser auf, oder lassen Bleispäne in Essigsäure sich auflösen, und stecken sodann eine kleine Stange Zink (Zinknagel), in das Glas, die, wenn sie nicht lang genug ist, oben in einen Pfropfen eingelassen werden kann, und in kurzer Zeit, höchstens nach einigen Stunden, hat sich das Blei in metallisch-glänzender Gestalt an die Zinkstange angesezt, wächst nach unten zu, sezt Zweige an, vergrößert sich, und das Ganze sieht einem Bäumchen von glänzenden Zweigen ähnlich.

Endlich findet auch eine **verwickelte** oder **mehrfache Wahlverwandtschaft** Statt (Aff. duplex, multiplex), wenn mehr als Eine neue Verbindung vorgeht, oder wenn zwei unter einander verbundene Körper durch die Hinzukunft zweier andern entweder gegenseitige Anziehung äußern, oder getrennt werden, wodurch also zwei neue Verbindungen entstehen. Oft wird nur erst durch eine solche doppelte Wahlverwandtschaft eine Zerlegung bewirkt, welche durch die einfache Wahlverwandtschaft nicht bewirkt werden konnte.

Man hat über alle diese Verwandtschaften sehr genaue und weitläuftige Versuche angestellt, und man giebt ihren Erfolgen den Nahmen der **Verwandtschaftstabellen** (Tabulae affinitatum). Die älteste derselben ist von Geoffroy, und verdient gewiß als Erste die rühmlichste Nennung. Nach ihm machten

Mehrere (Sie werden in der Literatur ihre Nahmen finden) ähnliche Versuche, und die berühmtesten Chymisten gaben sich unglaubliche Mühe, die Lehre von der Wahlverwandtschaft auf eine höhere Stuffe der Vollkommenheit zu bringen. Aus diesen sorgfältigen Versuchen, von denen allein Bergmann über dreitausend anstellte, und bei denen sich die unermüdete Thätigkeit unsers berühmten Hermbstädt so schön bewährte, sammelte Green eine neue Verwandtschaftstabelle. Allein dennoch ist es mit allen diesen Tabellen ein ungewisses, gewagtes und schwieriges Ding. Denn wenn die Chymie, diese erhabene Wissenschaft, welche die schaffende Natur im Kleinen nachahmt und Dinge hervorbringt, die selbst der Natur, nach der einmal feststehenden Ordnung der Dinge, unmöglich sind, wenn diese Wissenschaft nun endlich nach langen, mühsamen, kostspieligen, Gesundheit verderbenden Versuchen, auf eine bestimmte Ordnung gekommen zu seyn scheint, so werfen neue Versuche die festgestellte Theorie wieder um, der Chymist muß von vorn anfangen, und die Trümmer seines Gebäudes von neuem zusammenlesen; dazu kömmt, um nur etwas anzuführen, daß der Wärmestoff und seine Einwirkung schon an sich beträchtliche Verschiedenheiten in der Kraft hervorbringt, womit die Körper einander anziehen, und dann sind auch die Körper selbst höchst selten in ihrer Reinigkeit vorhanden, und schon früher durch Beimischungen verdorben, die unausbleiblich andere Resultate geben müssen. Eben daher ist es schreiende Ungerechtigkeit von Büffon und Monnet, die auf diese Resultate gar keinen Werth setzen, das heißt, der Wissenschaft schaden und nicht nützen. Es ist freilich ausgemacht, daß auch dieser Zweig der Naturlehre noch unendlich weit von der gewünschten

Vollkommenheit entfernt ist, und daß mathematische Bestimmung hier gänzlich wegfällt.

Ich schließe diesen Brief mit der Anführung, daß wenn diese Scheidung in sichtbarer, fester Gestalt geschieht, man sie die **Niederschlagung** (praecipitatio) nennt, daß der auf diese Art abgeschiedene Körper der **Niederschlag** (praecipitatum), und der den Niederschlag bewirkende Körper das **Niederschlagungsmittel** (praecipitans) genannt wird, und bin mit Achtung ꝛc.

Zwanzigster Brief.

Werthe Jünglinge,

Das lezte, aber gewiß sehr merkwürdige Resultat der Cohösion, bleibt indessen unstreitig

Die Krystallisation (*Crystallisatio*, Crystallisation).

Diese Operation der Natur besteht in der regelmäßigen Anordnung der festen Theilchen in gewissen Körpern nach geometrischen Formen, wenn die Theilchen der Flüssigkeiten, welche sich mit ihnen verbunden hatten, entweder verdunsten, oder aus einer andern Ursach entweichen. Man gab diesen Nahmen anfänglich nur dem natürlichen Krystall oder Bergkrystall (*Cristalla nativa*, Crystall de roche), einem harten, durchsichtigen Steine, der alle Eigenschaften der Kieselerde besizt, und die Gestalt eines sechsseitigen Prisma hat,

auf dessen Grundfläche zwei sechsseitige Pyramiden aufgesezt sind, der bisweilen rein und ungefärbt erscheint, oft aber auch farbig gefunden wird, und dasjenige ausmacht, was man unächte Edelsteine nennt. Da indessen viele Körper, wenn sie aus dem Zustande der Flüssigkeit in den der Festigkeit übergehen, gewisse bestimmte, regelmäßige Gestalten annehmen, und in diesen Formen, besonders wenn sie durchsichtig sind, Aehnlichkeit mit dem natürlichen Krystall haben, so hat man zuerst die durchsichtigen, bald aber alle Körper, die gewisse specifische Formen nach einer chymischen Behandlung anzunehmen fähig sind, den Nahmen **Krystalle** gegeben.

Es kann aber überhaupt keine Krystallisation erfolgen, wenn die Materie, die krystallisirt werden soll, nicht vorher flüssig gewesen. Nur in dieser vorhergegangenen Trennung der festen Theile eines Körpers durch eine hinzugekommene Flüssigkeit, nur durch eine allmählige und ohne Störung vorgegangene Eintrocknung, ist eine solche regelmäßige Bildung möglich. Sie erfolgt nicht, wenn die Materie plözlich im festen Zustande übergeht, denn dann behält sie weder Freiheit, noch Zeit, sich mit denen zu diesem Zwecke geschicktesten Flächen zu berühren. Die Theilchen fügen sich dann nicht in bestimmter Richtung, und bilden keine bestimmte Formen.

Eigentlich nehmen alle Körper, bei ihrem Uebergange aus dem flüssigen in den festen Zustand, bestimmte Gestalten an, die man freilich nur uneigentlich Krystallisation nennen kann, und gewöhnlich auch mit den Worten: Erhärtung, Gerinnung oder Gestehung belegt; allein wenn zur Krystallisation nur dies gehört, daß der Körper sich in gewisse bestimmte, sich gleich-

bleibende Formen erhärtet, so kann man den Begriff: Krystall, viel weiter ausdehnen, als man ihn gewöhnlich nimmt. Das Festwerden des Wassers, das beim langsamen Gefrieren immer und unter allen Umständen in langen Nadeln, die sich unter Winkeln von 60° und 120° an einander legen und feine Blättchen bilden, geschieht, ist im Grunde eine wahre Krystallisation; selbst das Gestehen der Metalle, wenn sie langsam nach einer vorhergegangenen Schmelzung erkalten, ist gewissermaßen ebenfalls eine Krystallisation. Man bemerkte sie am ersten an den Stern des Königs des Spießglases, und hielt dies in der Alchymie eben deswegen für eine Anzeige wundervoller Wirkungen. Indessen traf man nachher bei allen übrigen Metallen dasselbe an, wenn man sie, nach einer starken Erhitzung, sehr langsam erkalten ließ, und fand auf diese Art wenigstens Aehnlichkeit mit der Krystallisation. Ein Gleiches findet Statt bei dem allmähligen Erkalten des Schwefels, des Glases ꝛc., und ist sehr vermuthlich die Ursach der Krystallisation der Spathe, der Tropfsteine, der Edelsteine, der Kiese, und anderer metallischen Substanzen.

Doch sind es nur eigentlich die Salze, die, vorzüglich zur Krystallisation geneigt, das Phänomen derselben auch am deutlichsten zeigen. Diese Bildung der Salze, welche vor unsern Augen durch Hülfe ihrer Auflösungsmittel geschieht, ist nichts anders als eine Nachahmung im Kleinen von dem, was die Natur in ihrer ungeheuren Werkstätte noch täglich vornimmt, und die Art, wie alle diese verschiedene Gattungen von Krystallen, welche manche Höhlen unserer Erdkugel so unnachahmlich schön bekleiden, oder sich in gewissen Erd- und Steinarten befinden, gebildet sind.

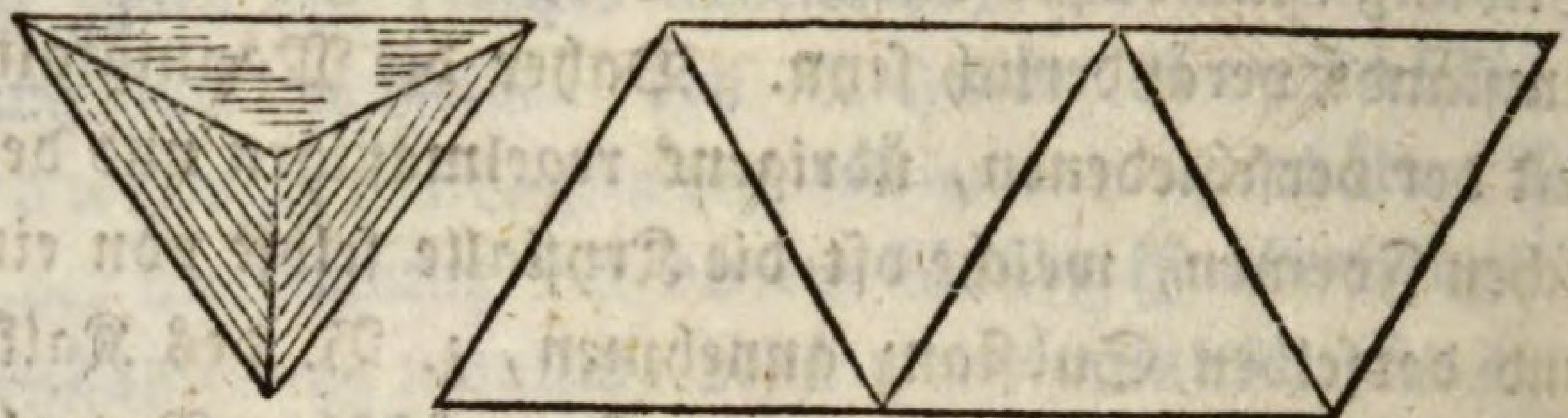
Die Verwandtschaft der Salze mit dem Wasser macht, daß sie, selbst nach dem allmähligen Uebergang aus dem flüssigen in den festen Zustand, noch immer einen ziemlichen Antheil Wasser in sich behalten, der mit ihnen ein Ganzes ausmacht, und in der Verbindung mit demselben den Nahmen **Krystallisationswasser** (aqua crystallisationis) erhält. Nur in der Verbindung mit diesem Wasser ist überhaupt die Krystallisirung möglich; denn wenn man es z. B. durch eine starke Hitze von den Salzen abdampft, so verlieren sie nicht allein ihre Festigkeit, ihre Gestalt, sondern sie zerfallen auch in ein zerreibliches Pulver. Dieses Wasser beträgt bei vielen derselben die Hälfte ihres Gewichts, z. B. bei dem Alaun, dem Glaubersalz ꝛc., bei andern nur wenig, z. B. bei dem Salpeter und Kochsalz ꝛc.

Aber nicht bloß die Entziehung der Flüssigkeit, sondern auch die Beraubung der Wärme kann Krystalle bilden. Die Uebersättigung, wie Sie bei den Auflösungen der Salze gesehen haben, die dann möglich ist, wenn die Auflösung sehr erwärmt wird, sezt beim allmähligen Erkalten Krystalle ab. Diese sind um desto regelmäßiger und größer, oder reiner und klärer, je nachdem diese Erkaltung schneller oder langsam erfolgt. Uebrigens hat eine jede Art Salz ihre eigenthümlich gebildeten Krystalle; so hat das Kochsalz, um nur das gewöhnlichste anzuführen, prismatische Trichter, die sich mit den Spitzen um einen gemeinschaftlichen Mittelpunkt ansetzen, und deren sechs einen Würfel bilden.

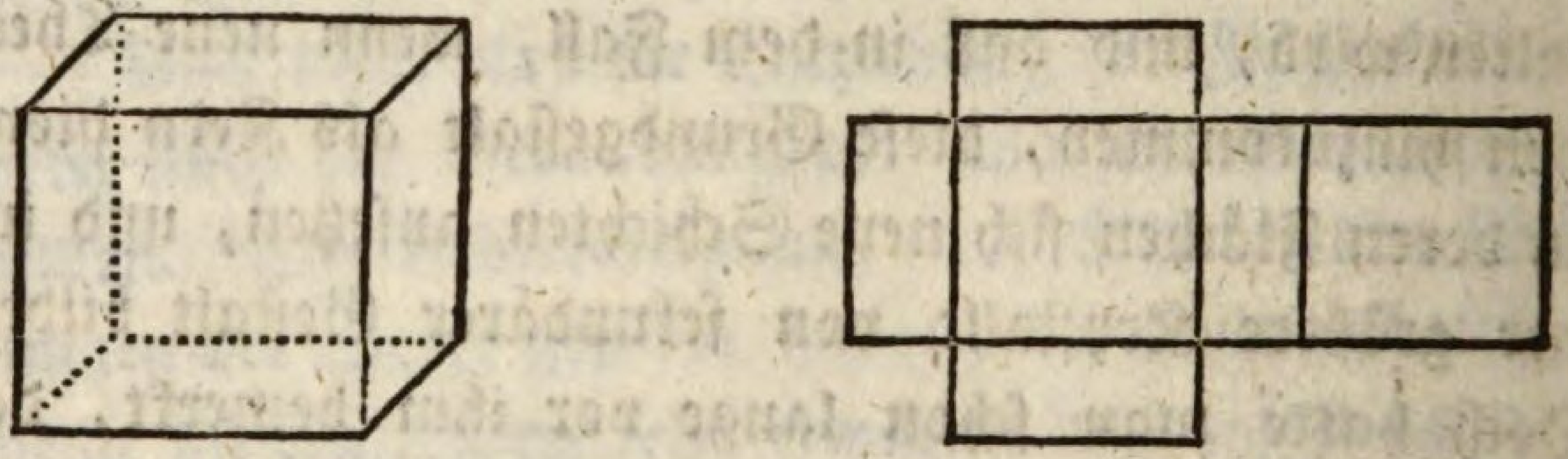
Es zeigt sich hierbei zwischen den Mineralien und dem organischen Wesen ein sehr merkwürdiger Unterschied. Diese haben ihren Ursprung aus einem Keim,

die Mineralien hingegen sind blos eine Verbindung ähnlicher, durch die Affinität vereinigter Theilchen. Ihr Wachsthum entsteht durch das Absetzen neuer Theilchen, die sich auf der Oberfläche anlegen. Ihre Bildung kann daher durch die Einwirkung verschiedener Umstände veränderlich seyn. Daher die Mannigfaltigkeit der verschiedenen, übrigens regelmäßigen und deutlichen Formen, welche oft die Krystalle selbst von einer und derselben Substanz annehmen, z. B. des Kalkes. Haüy, einer der berühmtesten Französischen Naturlehrer, der sich in neuern Zeiten viel Mühe gegeben, etwas über die Bildung der Krystalle zu entdecken, stellte, während der allmähligen Krystallisation der Salze, die genauesten Beobachtungen an, und fand, daß die Theilchen gleich anfangs sich zu einer Grundgestalt mit einander verbinden, welche beim Anwachsen immer beibehalten wird, und daß in dem Fall, wenn neue Theilchen hinzukommen, diese Grundgestalt als Kern dient, an deren Flächen sich neue Schichten ansetzen, und immer größere Krystalle von sekundärer Gestalt bilden. Doch hatte man schon lange vor ihm bemerkt, daß ein großer Theil der Mineralien, vornemlich solche, die bestimmte regelmäßige Gestalten bilden, aus zerlegbaren Blättern zusammengesezt sind, so daß die durch die mechanische Theilung abgesonderten Bruchstücke dieser Körper glatte, ebene, und mehr oder weniger glänzende Seiten haben. Diese Bruchstücke sind, bei sorgfältiger Trennung der Fugen dieser Lamellen, selbst dann, wenn sie auch in ihren Formen contrastiren, dennoch immer regelmäßig dieselben. Haüy unterscheidet überhaupt sechs Grundgestalten oder primitive Formen aller Krystallisationen, nemlich:

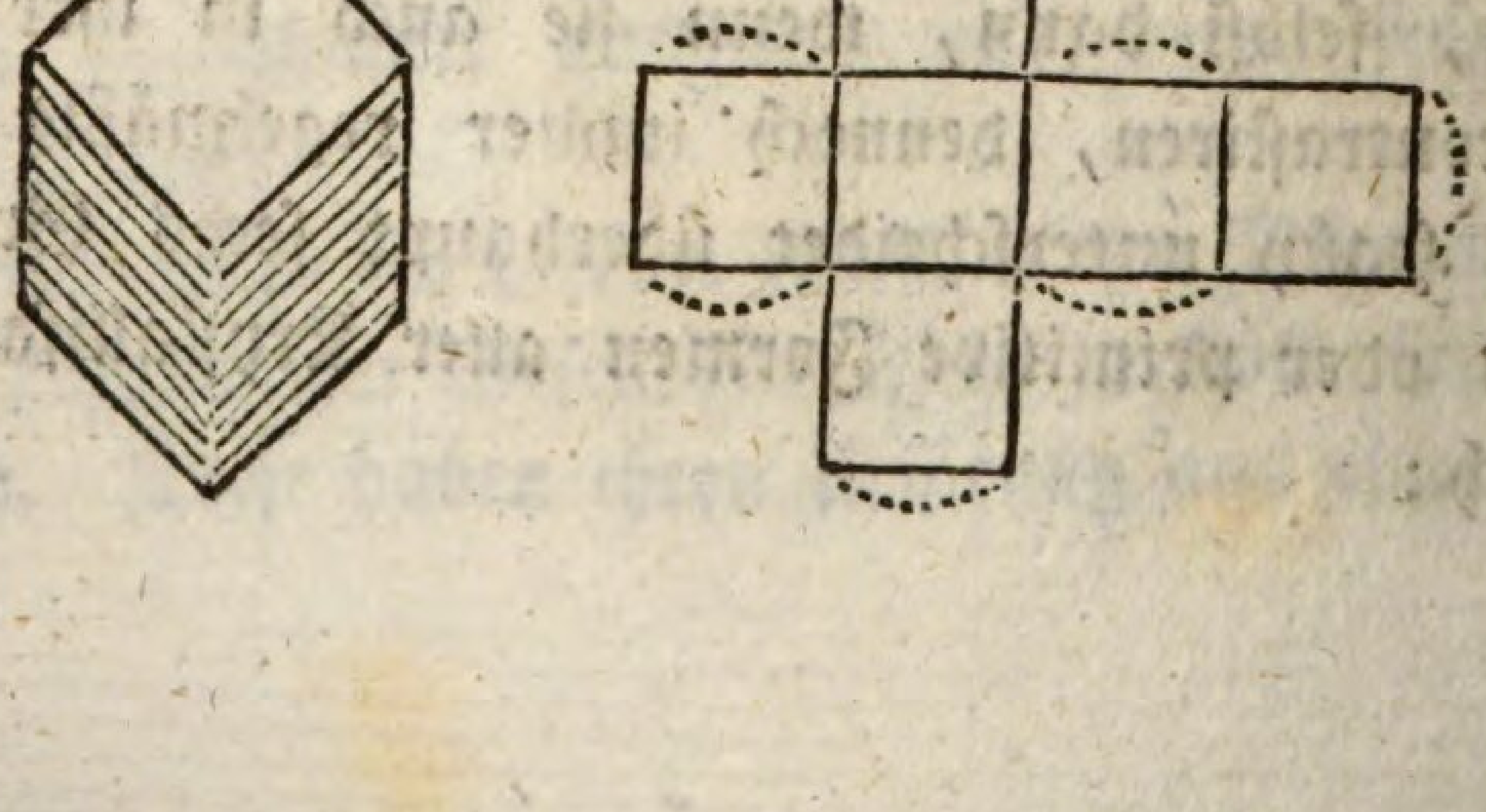
1) Das reguläre **Tetraeder**, (**Vierflach** nach der Verteutschung unsers ehrwürdigen Abel Burja) (Tetraëdrum), oder jene Figur, die von vier regelmäßigen Dreiecken eingeschlossen wird.



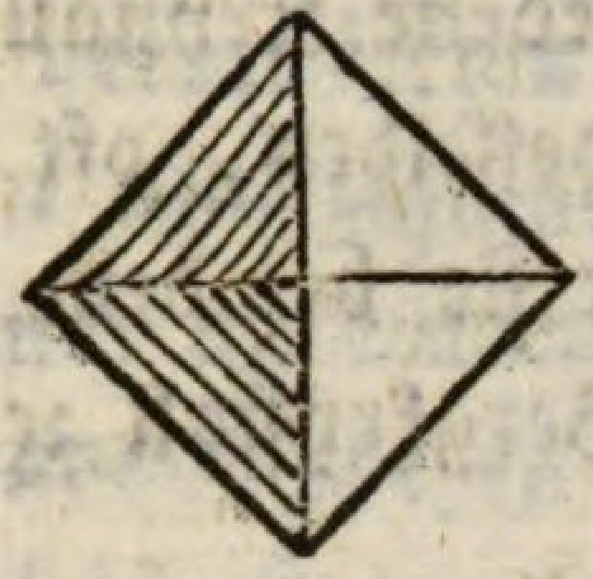
2) Das **Parallelepiped**, (**Gleichscheid** A. Burja) (Parallelepipedum), oder jener Körper, der von sechs Ebenen, die Parallelogrammen sind, begrenzt ist, so daß zwei und zwei gegenüberstehende gleichlaufend sind.

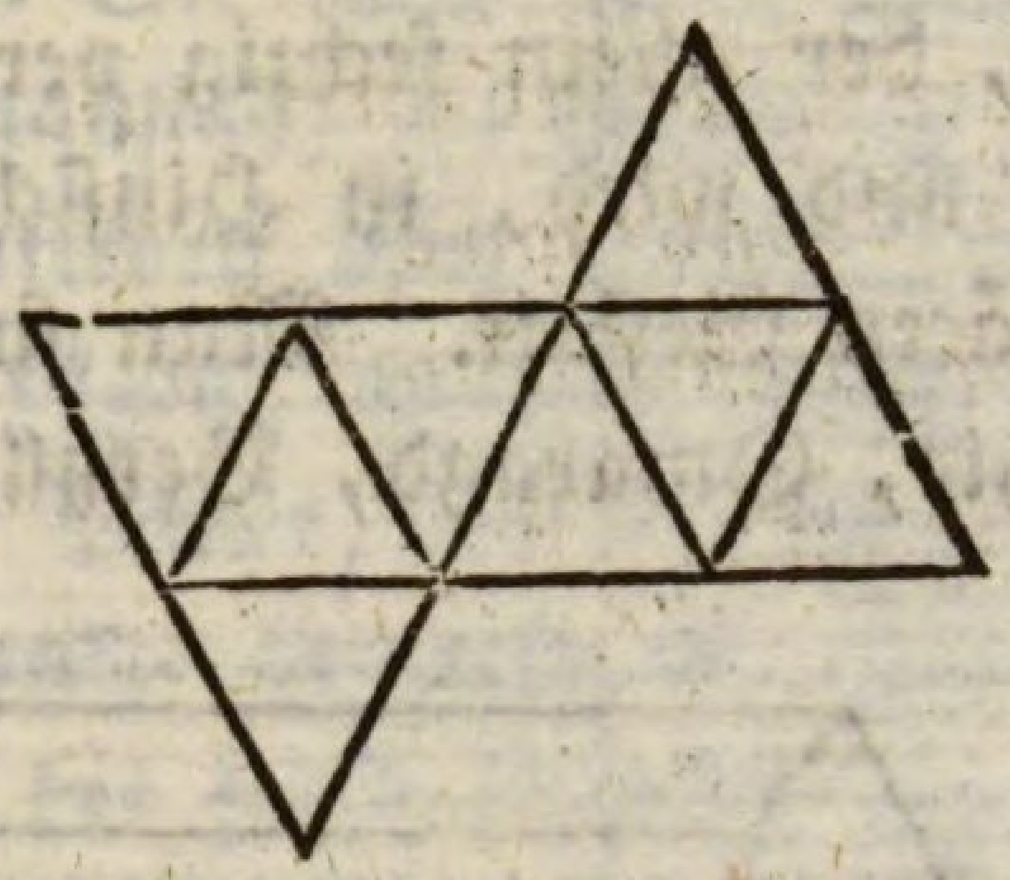


Oft ist dieses Parallelepiped auch ein wirklicher **Kubus** oder **Würfel**, (**Sechsflach** A. Burja) (Hexaëdrum), oder ein Körper, der in sechs Quadrate oder regelmäßige Vierecke eingeschlossen ist.



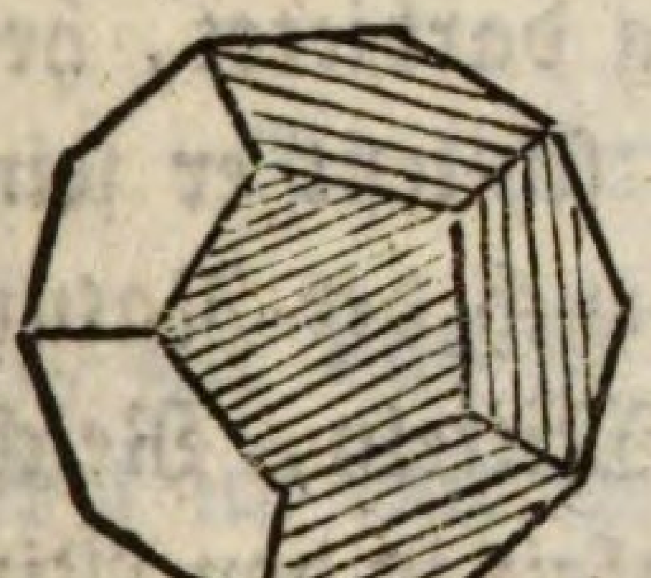
3) Das reguläre Oktaeder, (Achtflach Burja) (Octaëdrum), oder ein Körper, den acht regelmäßige Dreiecke einschließen.

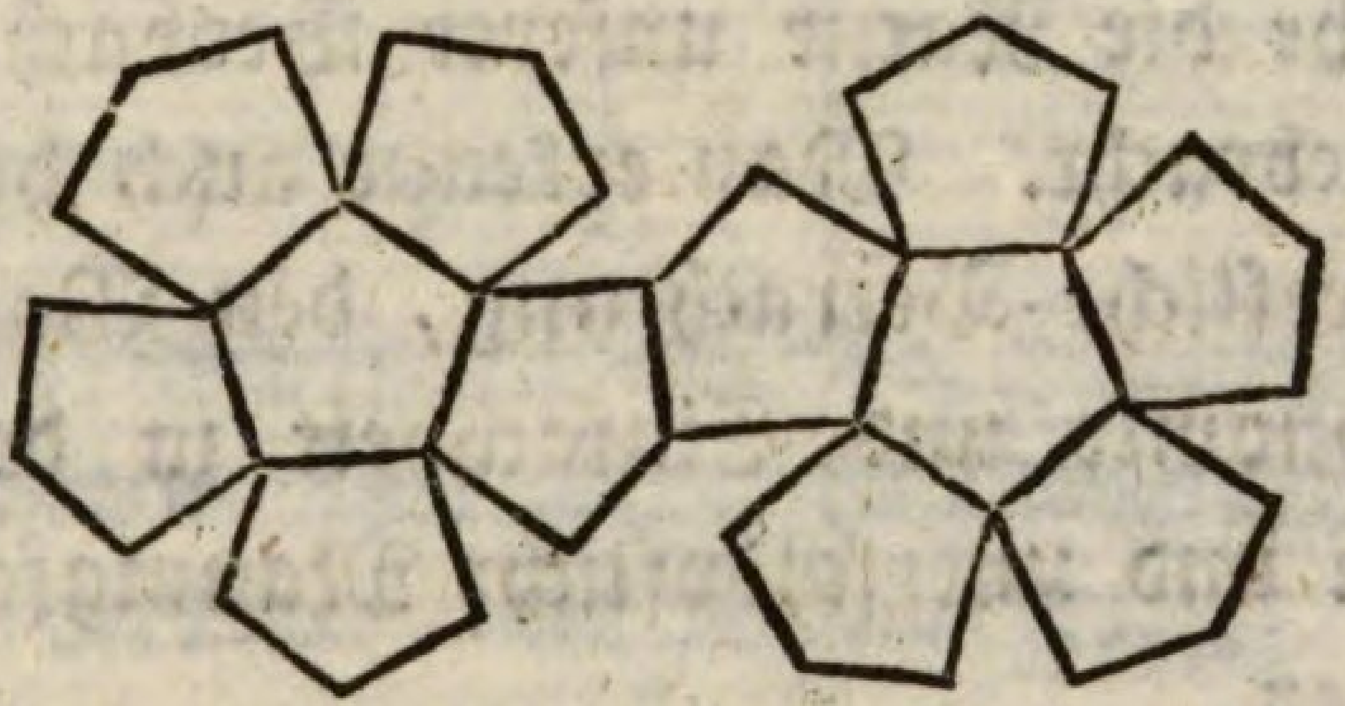




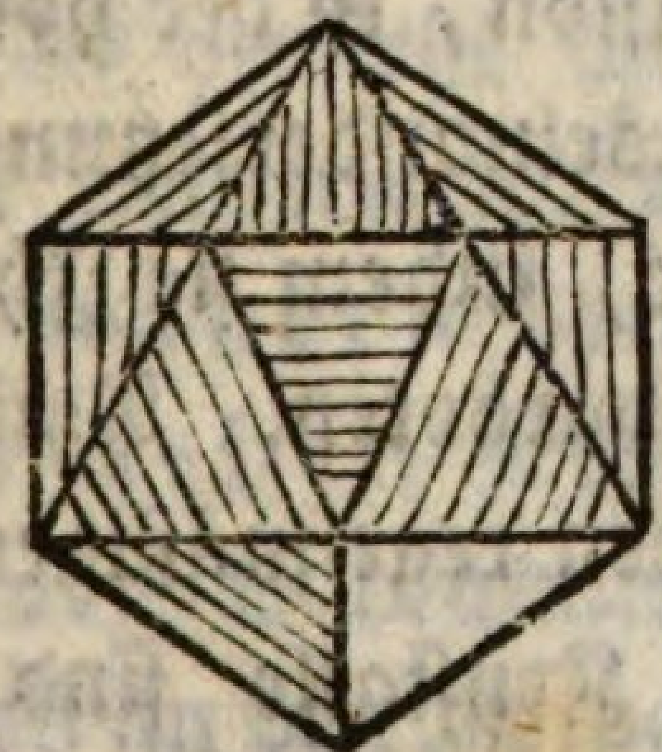
Es ist, nach den verschiedenen Gattungen der Krystalle, bald gleichseitig, gleichschenkelich, bald ungleichseitig ꝛc.

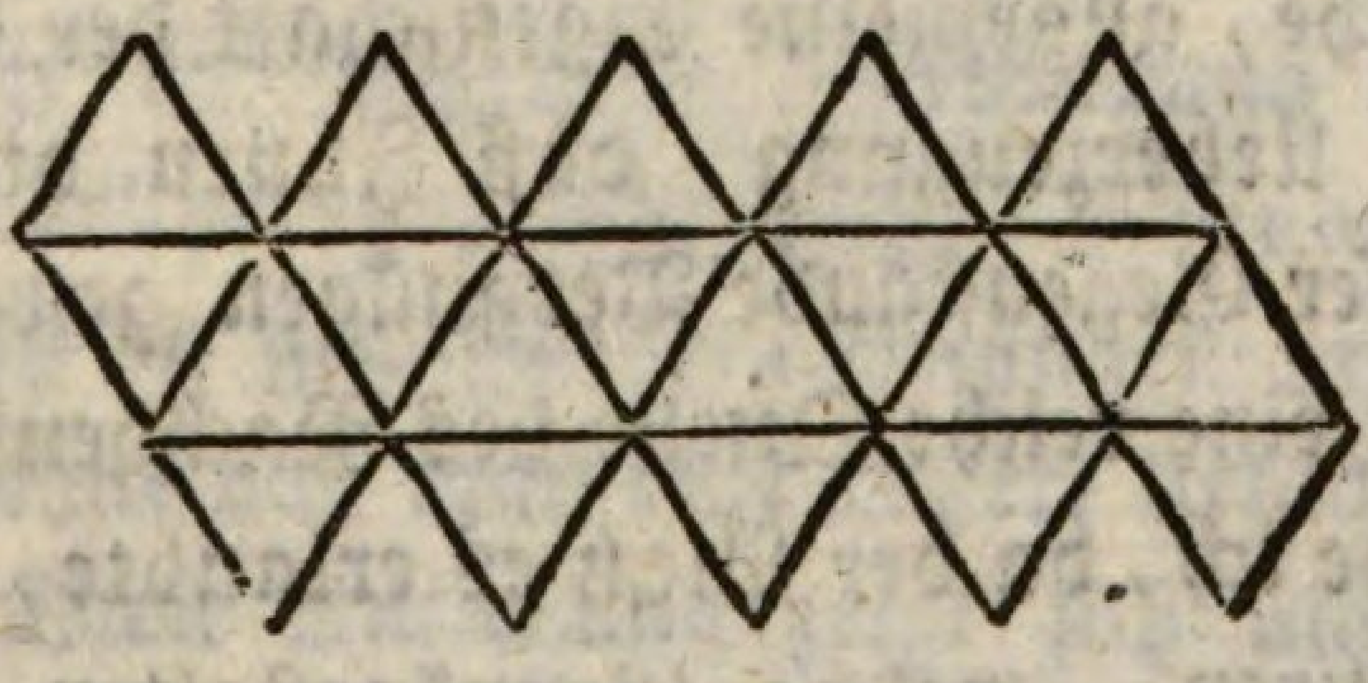
4) Das Dodekaeder, (Zwölfflach Burja) (Dodecaëdrum), mit rhomboidalischen Flächen, welche gleich und ähnlich sind; ein Körper, den zwölf regelmäßige Fünfecke einschließen, und das zusammengesezte Dodekaeder, das aus zwei geraden, sechsseitigen Pyramiden besteht, die durch ihre Grundflächen vereinigt sind.



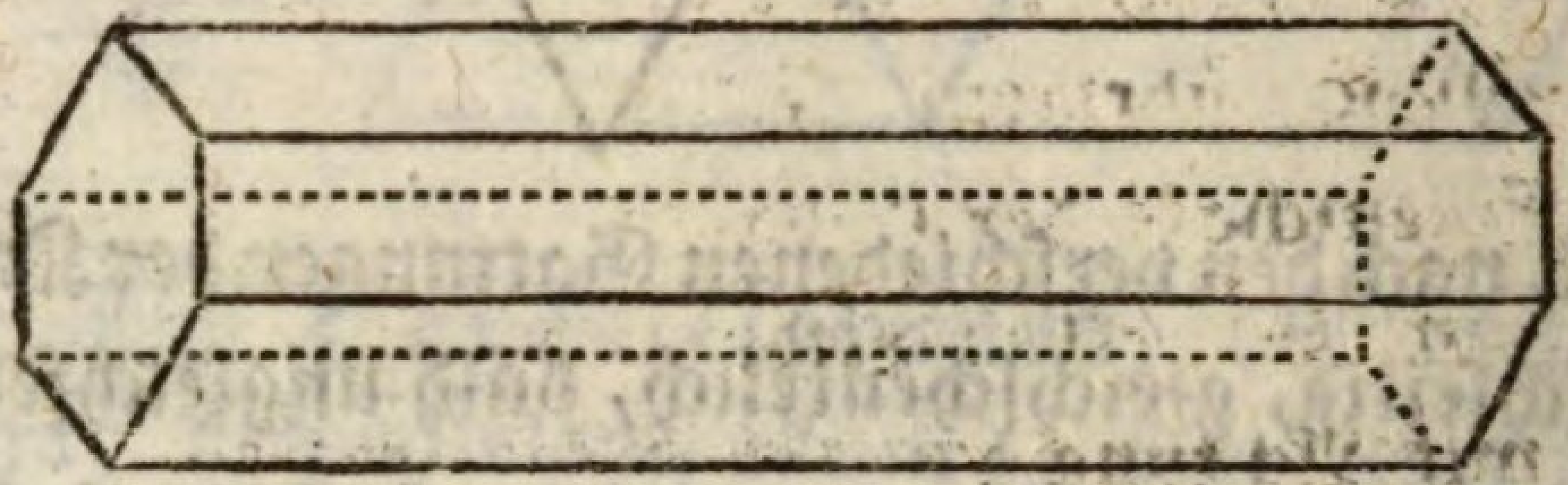


5) Das Ikosaeder, (Zwanzigflach Burja) (Icosaëdrum), welches in zwanzig regelmäßigen Dreiecken eingeschlossen ist.





6) Die regelmäßige sechsseitige Säule. Sie ist vorzüglich eine von den Varietäten der Krystallisation des Kalkspaths, dieses Proteus der Mineralien, der allein sechzig verschiedene Krystallisationen zählt, und wird, in Hinsicht desselben, oft zu einer sekundären Gestalt. Man findet sie bei dem Granat, Sapphir, Smaragd, Beryll, Bergkrystall ꝛc.



Indessen schränkt Haüy selbst diese Grundgestalten noch ein, und reducirt am Ende Alles auf das Tetraeder, oder höchstens noch auf das dreiseitige Prisma und das Parallelepiped. Durch diese drei Elementarfiguren würden alle Verschiedenheiten der Krystalle, welche die Natur unserer Beobachtung darbietet, hervorgebracht. Man erkenne auch hier, schließt er seine vortrefliche Betrachtung, den Wahlspruch der Natur: Oekonomie und Einfachheit in den Mitteln, Reichthum und unerschöpfliche Mannigfaltigkeit in den Wirkungen.

Und so schließe ich denn auch hier diesen Brief, und mit ihm die gewiß nicht zu weitläuftigen Betrachtungen über die so äußerst wichtige und an Erscheinungen so reiche, allgemeine Eigenschaft der Cohäsion, in der vollen Ueberzeugung, daß Ihnen die Auseinandersetzung dieser Gegenstände Vergnügen gewährte, indem sie Ihnen eine reiche Quelle des Nachdenkens darboten. Auch habe ich, da der Platz es erlaubte, bei den regelmäßigen Figuren, welche Grundgestalten der Krystalle sind,

Ihnen

Ihnen zugleich die Netze beigefügt, damit Sie sich zu Ihrem Vergnügen diese regelmäßigen Körper von Pappe nachbilden können, indem Sie nach dieser Zeichnung, in einem vergrößerten Maaßstab, die Pappe so zusammenfalten und zusammenkleben oder leimen, daß die Flächen sich an einander fügen, welches durch kleine, überstehende Läppchen der Pappe, wie bei dem Kubus oder Sechsflach durch Punkte bemerkt ist, sehr leicht angeht. Möge übrigens der große Urheber der allgemeinen Eigenschaft der Cohäsion Sie mit jeder Freude segnen, und mir Ihre Liebe und Zutrauen erhalten. Ich bin mit Achtung ꝛc.

Ein und zwanzigster Brief.

Geliebte Jünglinge,

Ich eile nun zu einer andern allgemeinen Eigenschaft, wobei ich mir im Voraus Ihre ganze Aufmerksamkeit erbitten muß. Sie verdient mit hohem Rechte den Nahmen **allgemein**, und heißt:

Gravitation, Schwerkraft, allgemeine Schwere.
(*Gravitatio*, Gravitation.)

Man versteht darunter die allgemeine Erscheinung in der Körperwelt, nach welcher sich alle Körper einander zu **nähern** oder selbst in gewissen Entfernungen **anzuziehen** streben, ohne daß man eine äußere Ursache davon wahrnimmt. Diese Anziehung zeigt sich nicht blos an den Körpern unserer Erde, sondern wir nehmen

sie auch an jenen Körpern wahr, die den unermeßlichen Raum ausfüllen, der sich in gleichen Abständen über uns erhebt, und den wir im gemeinen Leben Himmel nennen. Hier schweben, außer jenen zu unserm System gehörigen Planeten und ihren Monden, eine unzählbare Schaar von Sonnen und Sonnensystemen, und sie alle werden durch diese einzige allgemeine Naturkraft, in immer gleichen Abständen von einander gehalten, und gehen ewig ihren großen, sichern, festen Gang. So übt die Erde auf unsern Mond eine Anziehung aus, und dieser gegenseitig auf dieselbe, und beide wieder mit ihren Nebenplaneten gegen die Sonne, und die Sonne gegen sie, und alles vereinigt sich in der Hand des allmächtigen, gütigen Urhebers und Baumeisters der Welt zu einem schönen Ganzen, das Menschensinn nicht zu fassen vermag, sondern schwindelnd nur anstaunen kann.

Diese Gravitation oder Schwerkraft ist der Grund, wie Sie gleich bei der besondern Betrachtung ausführlicher sehen werden, warum der von einer Höhe frei gelassene Stein sich senkrecht gegen die Erde bewegt. Er ist gegen die Erde schwer; sie übt gegen ihn eine Anziehung, und er folgt ewig diesem Gesetz. Daß zwei von gleicher Höhe herabgelassene Körper sich während ihres Falls, während der Anziehung, welche sie von der Erde leiden, nicht unter einander anziehen, wenn ihre Entfernung auch nur geringe von einander ist — macht keinen Einwurf gegen diese allgemeine Anziehung. Es beweiset bloß, daß diese Anziehung beider Körper gegen die Erde unendlich größer sey, als ihr wechselseitiges Streben nach Annäherung. Und dies um so mehr, da wir allerdings eine Anziehung fallender Körper von dieser senkrechten Richtung wahrnehmen können, wenn

sie bei einer großen Gebirgsmasse in ihrem freien Fall vorbei müssen. Schon die Französischen Meßkünstler fanden, als sie einen Grad der Erde in Peru maßen, eine Abweichung des Bleiloths von 7 bis 8 Sekunden von der wahren Verticallinie, und Maskelyne bewies 1774 durch sehr genaue Messungen, die er bei dem Schottischen Gebirge Shehallien unternahm, daß diese Abweichung beinahe 6 Sekunden betrug.

Diese Wirkung der Gravitation, die wir täglich bemerken, setzt allerdings eine Ursache voraus, welche sie hervorbringt; allein von dieser Ursache wissen wir nichts. Nach der Lehre der Atomisten bleibt sie in sich unbekannt, weil nach ihr nur von außen her eine Kraft auf die an sich todte Natur wirken kann. Nach der Lehre der Dynamisten liegt der Grund in der Materie selbst, in jenen anziehenden Kräften, welche der Materie wesentlich angehören, und womit die Körper in allen Entfernungen, und selbst durch den leeren Raum auf einander wirken. Wir, meine guten Jünglinge, wollen uns damit begnügen, daß wir wissen, daß alle im Weltraum vorhandene Materie gegen einander schwer ist, ohne uns auf den Mechanismus einzulassen, wodurch die Schwere selbst bewirkt wird.

Uebrigens ist die Entdeckung dieser Naturkraft nicht so neu, als man dem großen Nahmen nach, mit welchem man sie meistens verbindet, glauben sollte. Schon mehrere alte griechische Philosophen kannten sie. Anaxagoras spricht von ihr sehr deutlich, er schreibt den Himmelskörpern eine Schwere gegen die Erde zu, und setzt die Ursache ihres Nichtherabfallens in ihre Kreisbewegung. Sie war ein Grundsatz der Epicureischen Schule, und Lucrez spricht von ihr sehr deutlich. Gilbert ver-

gleicht die Himmelskörper mit Magneten, und macht unsere ganze Erde zu einem großen Magneten; Copernicus erklärt die runde Gestalt der Weltkörper aus dem Bestreben ihrer Theile nach Vereinigung; Keppler, Fermat, Borelli in Florenz, Mersenne, Roberval, Hoock, jeder auf seine eigene Art, kommen mehr oder minder mit dem System der allgemeinen Schwere überein. Allein die eigentliche Entdeckung dieses Naturgesetzes war dem unsterblichen **Newton** vorbehalten. Die ersten Vorstellungen seines Systems entstanden im Jahre 1666, also 21 Jahre früher, als er sie bekannt machte, wie sein Zeitgenosse Pemberton in seinem Leben erzählt. Er war durch die Pest genöthigt, sich von Cambridge fortzubegeben. Indem er in einem Garten spazieren ging, beschäftigte sich sein großer Geist mit diesen Gegenständen. Diese Kraft, dachte er, nimmt nicht merklich ab, wenn man sich auch auf die Gipfel der höchsten Berge begiebt, warum sollte sie sich also nicht weiter, warum nicht bis zum Monde erstrecken? Ist dies aber der Fall, so muß sie natürlich einen Einfluß auf die Bewegung des Mondes haben, vielleicht gar dazu dienen, ihn in seiner Bahn zu erhalten. Und hält diese Schwere den Mond in seiner Bahn, schloß nun dieser große Mann, so muß dieselbe Naturkraft die Jupitersmonde gegen den Jupiter, die Erde und alle übrige Planeten gegen die Sonne in ihren Bahnen erhalten. Zehn Jahre lang verschwieg der unsterbliche Weise diese Entdeckungen, aus welchen sich alle bis dahin unerklärbaren Einrichtungen des Weltsystems so leicht, deutlich und anschaulich erklären ließen, weil seine Rechnung darum nicht ganz stimmen und richtige Resultate geben wollte und konnte, weil man damahls

noch überall keine genaue Erdmessung besaß und den Erdhalbmesser viel zu klein annahm. Als aber Picards Gradmessung bekannt wurde, sah Newton wohl ein, daß er sehr richtig gerechnet, indem durch diese Messung der Erdhalbmesser viel größer ausgefallen war. Dennoch aber wartete er noch neue zehn Jahre, bis endlich D. Halley durch rastloses Zunöthigen seine Bescheidenheit überwältigte, und ihn bewog, die Herausgabe seines unsterblichen Werkes zu beschließen, welches nun 1687 erschien, und die ganze Lehre von der Umwälzung der Weltkörper aufhellte.

Newtons allgemeine Schwere ist keine Hypothese; sie ist eine durch Untersuchung der Erscheinungen bestätigte Thatsache. Er bewies, daß die Bewegung der Himmelskörper keine Wirkung einer circulirenden Materie oder eines Wirbels, wie Cartesius sinnreiches und verführerisches System annahm, sondern die Folge einer mitgetheilten Bewegung sey; er bewies, daß der einmahl bewegte Körper nicht von der geradlinigen Richtung abweicht, wenn ihn nicht irgend eine Kraft davon entfernt; daß die Planeten durch die fortdauernde Wirkung eines anfänglichen Stoßes, verbunden mit einer stets wirkenden Kraft, nach der Sonne getrieben werden. Eben dies Gesetz findet bei den Nebenplaneten Statt, und überhaupt bei allen Himmelskörpern, welche insgesammt mit einer proportionellen Kraft sich zu vereinigen streben. Eine Menge Phänomene, von denen schon jedes einzelne die allgemeine Gravitation beweisen könnte, setzen die Sache außer jedem Zweifel. Nur allein aus Newtons Gesetzen erklären sich Ebbe und Fluth, die Ungleichheiten des Mondlaufes, die Bewegung der Planeten um die Sonne, die elliptische Gestalt

aller Bahnen der Planeten, die Veränderungen der Nachtgleichen, das Wanken der Erdaxe und andere Phänomene, die in einem der folgenden Theile der schöne Gegenstand unserer Betrachtung seyn werden. Alle Einwendungen, die man gegen diese Newtonianische Gravitation gemacht hat, sind unbedeutend, und halten, bei ruhiger Ueberlegung, nicht Stand. Ich werde diese Gesetze alsdann anführen, wenn ich von ihnen Gebrauch zur Erklärung der Erscheinungen selbst mache, um so mehr, da noch Manches vorangehen muß, wenn sie Ihnen ganz verständlich seyn sollen.

Aber nicht allein die großen Himmelskörper, nicht allein die Planeten mit ihren Monden, die Sonnensysteme mit ihren Sonnen und ihren für uns unsichtbaren Planeten sind gegen einander schwer; auch die Körper unserer Erde sind es gegen einander und gegen die Erde. Sie äußern insgesammt ein Bestreben, sich in senkrechten Linien gegen den Horizont zu bewegen, das heißt, zu fallen, wenn sie nicht unterstützt sind, oder nach eben diesen Linien auf die Unterlagen, auf welchen sie ruhen, zu drücken. Von dieser allgemeinen Eigenschaft aller Körper der Erde soll der folgende Brief ausführlicher handeln. Ich empfehle mich Ihrem Andenken, und bin ꝛc.

Zwei und zwanzigster Brief.

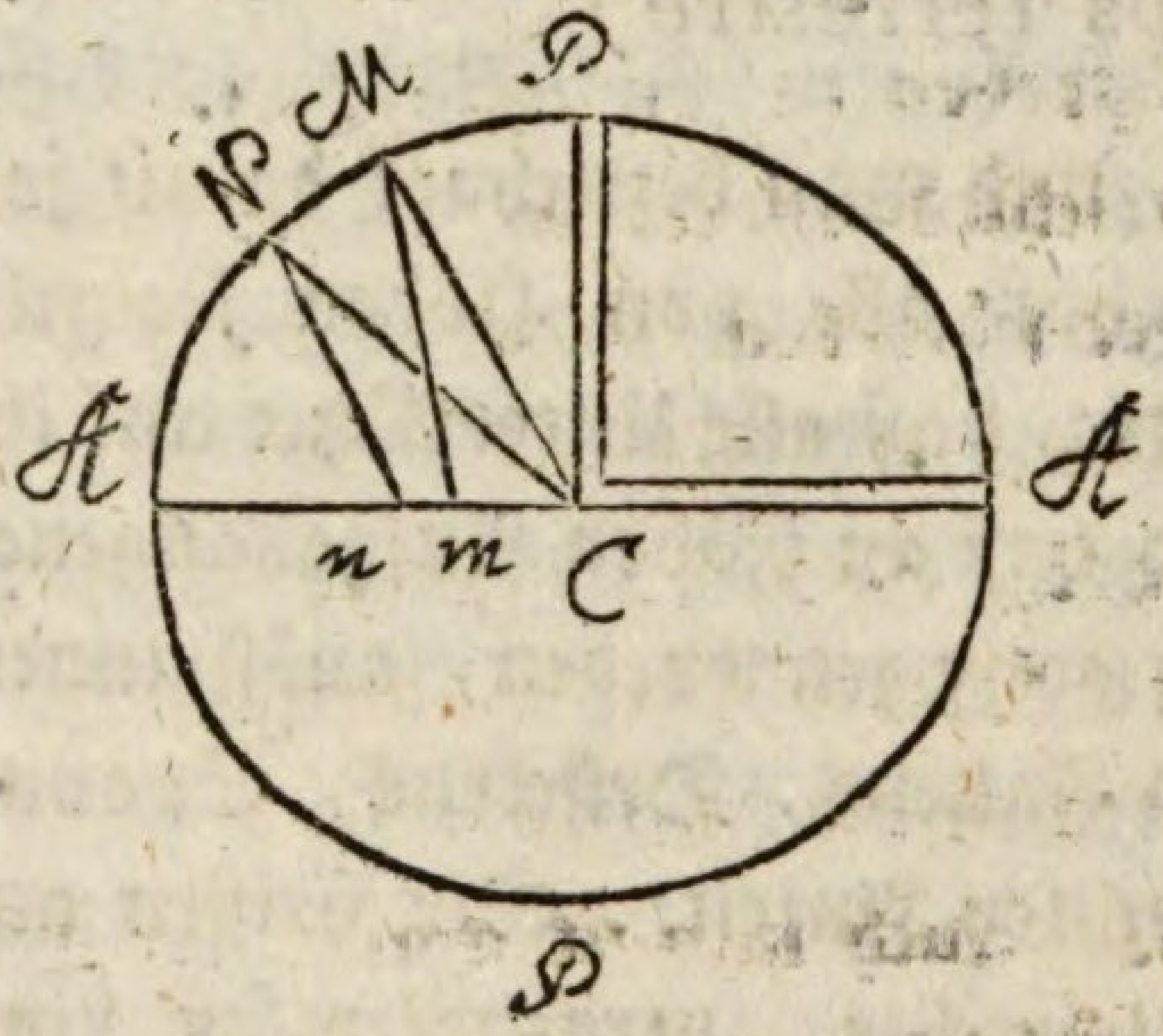
Theure Jünglinge,

Jenes Bestreben aller Körper auf der ganzen Erde also, nach Richtungen zu fallen, welche mit der Oberfläche des stillstehenden Wassers rechte Winkel machen, ist es, welchem man den Nahmen:

Schwere, Schwere der Erdkörper (*Gravitas*, *Gravitas corporum terrestrium*, Gravité, Gravité des corps terrestre)

gegeben hat, und man bezeichnet damit jene allgemeine Erfahrung, daß alle von Höhen freigelassene Körper zur Erde fallen, daß alle Unterstützte auf ihre Unterlagen drücken, und daß an Fäden Aufgehangene diese Fäden, von denen sie getragen werden, ausspannen. Die Richtungen dieses Fallens, Drückens, Spannens geschehen alle in lothrechten Linien. Sie heißen auch senkrechte, vertikale, bleirechte, perpendiculäre Linien, und sie durchschneiden die sogenannten Horizontallinien, die man auch wagerechte nennt, nach rechten Winkeln, und werden durch einen Faden angezeigt, an welchem ein schwerer Körper frei herabhängt. Wenn Sie also ein Bleiloth an eine Schnur hängen, so wird dieses die Schnur nach eben der Linie ausdehnen, nach welcher es herabfallen würde, wenn es nicht von der Kraft der Schnur zurückgehalten würde.

Wäre die Erde eine vollkommene Kugel, so müßten alle Vertikallinien gegen ihren Mittelpunkt zu gehen, weil alle Linien, welche senkrecht auf der Oberfläche einer Kugel stehen, wenn sie verlängert werden, in den Mittelpunkt zusammen kommen müssen. Aus dieser Ursach pflegt man auch die Schwere eine Kraft zu nennen, welche die Körper gegen den Mittelpunkt der Erde zu treibt. Dies ist nun aber nach der größten Schärfe nicht richtig, weil die Erde, nach den Untersuchungen der Meßkünstler, ein Sphäroid, das heißt, an den Polen eingedrückt oder etwas abgeplattet ist. Genau genommen, können also die auf ihre Oberfläche senkrecht gerichteten Linien nicht alle durch ihr Centrum fallen, wie Ihnen, meine jungen Freunde, nachstehende Figur ganz deutlich zeigt.



Nur unter den Polen P P und unter dem Aequator A A ist es möglich, daß die Vertikallinien durch den Mittelpunkt C gehen können; bei allen übrigen Punkten ihrer Oberfläche, z. B. in M m, N n, ist dies unmöglich. Indessen ist die Abweichung der Erde von der kugelrunden Gestalt, die Abplattung derselben, so groß nicht, daß man sich ein Gewissen zu machen hätte, wenn man sie als vollkommene Kugel betrachtet. Sie beträgt nur

zwischen $\frac{1}{178}$ und $\frac{1}{300}$ ihres Durchmessers, und es wäre sehr überflüssig, bei der Verfertigung der Landkarten und Globen auf diese Abplattung Rücksicht zu nehmen.

Vermöge dieser Gravitation kann kein Körper, sey seine Bewegung auch noch so groß, von der Erde entfliehen, sondern muß mit derselben in alle Ewigkeit in Verbindung bleiben. Die Schwere wirkt stets und ununterbrochen auf ihn, und zwar in allen seinen Theilen; sie bleibt an einem und eben demselben Orte in dem Körper immer dieselbe, denn dies setzt die Erfahrung außer jedem Zweifel. Auch selbst dann, wenn die Körper ruhen, müssen sie auf ihre Unterlage drücken und müssen sinken, wenn ihre Unterstützung weggenommen wird.

Die Größe dieses Drucks, welche nun ein Körper äußert, heißt sein **Gewicht** (*Pondus*, Poids). Dieses Gewicht muß sorgfältig von der Schwere, oder jenem absoluten Bestreben in senkrechter Linie zu fallen, von einander unterschieden werden. Das Gewicht bezeichnet die Summe der schweren Theile, die ein Körper in einem gewissen Umfange enthält. Die Schwere kann für sich weder vermehrt, noch vermindert werden, es mögen die Theile der Körper zusammen genommen in einem einzigen Punkte vereinigt, oder sie mögen von einander getrennt seyn. Auch nimmt man das Wort Gewicht im gemeinen Leben noch in einem andern Sinne, und bezeichnet damit die zur Einheit angenommene Größe des Drucks eines Körpers, z. B. Centner, Pfund, Unze, Loth.

Nehmen Sie, geliebte Jünglinge, eine Reihe Körper von verschiedener Masse, aber von gleicher Größe, wägen Sie dieselben nach einander, vermittelst einer gewöhnlichen Wage, so werden Sie, um das Gleichgewicht zu finden, mehr oder weniger Gewichte anwen-

den müssen. Die Erfahrung lehrt Sie also, daß die Körper bei einem gleichen Umfange nicht einen gleichen Druck auf ihre Unterlage äußern. Eine Kugel von Blei übt offenbar mehr Druck aus, als eine eben so große von Holz, das heißt, sie hat mehr Gewicht. Derjenige Körper, von dem ein bestimmter Theil etwa ein Kubikzoll mehr wiegt, als ein eben so großer Theil eines andern Körpers, muß eine größere Dichtigkeit besitzen, als dieser. Man theilt daher die Körper in dieser Hinsicht in **schwere** (Corpora specifice graviora) und in **leichtere** (Corpora specifice leviora). Die ersten enthalten, bei gleichem Umfange, mehr, die andern weniger Materie. So können also die Gewichte der Körper auch die Menge der materiellen Theile in einem bestimmten Raume angeben.

Wenn Sie nun den leichtesten von diesen gewogenen Körpern als Maaß der Vergleichung für die übrigen wählen, sein Gewicht durch die Zahl 1 ausdrücken, und das Gewicht aller übrigen Körper durch Zahlen bezeichnen, so haben Sie das Verhältniß der Gewichte verschiedener Körper nach einem gemeinschaftlichen Maßstabe verglichen. Und dies ist es, was man

Das eigenthümliche Gewicht, ehedem die specifische eigenthümliche Schwere, (*Pondus specificum*, Poids relatif)

nennt. Eigentlich ist dieser Ausdruck ein relativer Begriff, das heißt, alles eigenthümliche Gewicht setzt allemahl eine Vergleichung voraus. Wird z. B. gesagt: das eigenthümliche Gewicht des Wassers zum Quecksilber sey 1 zu 14, so will dies so viel sagen: man habe durch Untersuchung gefunden, daß ein gewisser Raum,

angefüllt mit Wasser, welches hier als Einheit angenommen wird, vierzehnmahl leichter sey, als ein eben so großer Raum Quecksilber.

Ist nun aber selbst die Größe der Körper, die Sie abwägen und gegenseitig bestimmen wollen, nicht gleich, so wäre es hinlänglich, wenn Sie nur sehr genau dieselben unter sich berechneten, dann würde sich das Resultat der verschiedenen Gewichte leicht auf dasjenige zurückführen lassen, was bei gleichem Gewichte Statt gefunden hätte. Indessen da beide Methoden für die Ausübung Schwierigkeit und Weitläufigkeit haben, indem es in vielen Fällen unmöglich ist, von gewissen Stoffen einen genauen Kubikzoll abzumessen, so hat man sie durch ein hydrostatisches Gesetz ersetzt, welches Archimedes, wie man allgemein annimmt (Vitruv IX. 3), bei einem von Hiero, Könige von Syrakus, aufgegebenen Problem entdeckt haben soll. Dieser hatte sich von einem Goldschmiede eine Krone von reinem Golde verfertigen lassen. So sehr ihm die Arbeit gefiel, so argwohnte er dennoch, daß dieser wohl nicht reines Gold genommen, sondern das Gold mit einem andern Metall verfälscht habe. Er wünschte nun vom Archimedes diesen Zweifel, ohne die Krone selbst zu zerstören, gelöset zu haben, und, im Fall des gegründeten Argwohns, nicht nur die Quantität des hinzugemischten Metalls, sondern auch die Qualität, oder welches Metall dazu genommen sey, zu erfahren.

Um sich nun einen deutlichen Begriff von dem Gesetze zu bilden, welches diesen berühmten Mann zur Auflösung des Problems leitete, so stellen Sie sich einen Körper vor, der, bei einem gleichen Volumen, genau so viel wiegt, als das Wasser. Bindet man diesen Körper an einen Faden, und taucht ihn in Wasser, so wird

man keine Kraft mehr brauchen, um ihn zu halten. Er wird allenthalben von dem Wasser unterstützt, getragen. Es übt auf ihn dieselbe Kraft aus, als wenn er das Volumen Wasser, dessen Stelle er eingenommen hat, im Gleichgewicht erhielte. Nehmen Sie nun an, daß der Körper schwer würde, aber seine Größe behielte, so wird das Wasser fortfahren, dem ganzen Theile des Gewichts dieses Körpers das Gleichgewicht zu halten, so, daß wenn man diesen in Wasser gesenkten Körper wiegt, bloß der Ueberschuß von dem ganzen Gewicht auf die Wage wirkt. Und hieraus folgt jenes Gesetz, daß wenn man einen eigenthümlich schwereren Körper, als das Wasser, erst in der Luft, dann aber im Wasser wiegt, er einen Theil seines Gewichts verlieren muß, der dem Volumen des aus der Stelle getriebenen Wassers gleich ist. Dieses wichtige Gesetz und die Art dieses Abwiegens soll uns der Gegenstand eines neuen Briefes werden. Ich empfehle mich daher Ihrem freundschaftlichen Andenken.

Drei und zwanzigster Brief.

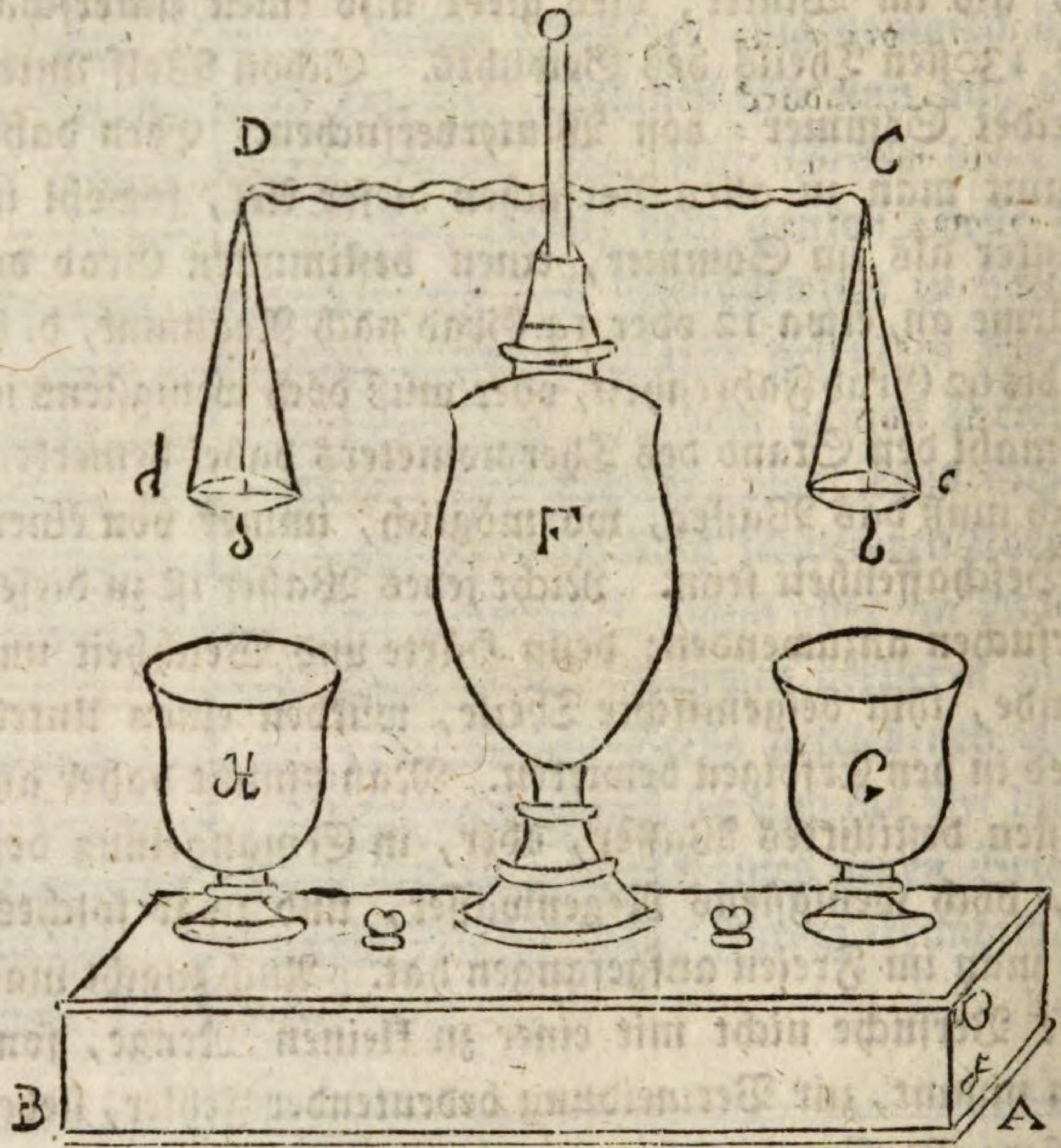
Geliebte Jünglinge,

Die Versuche, von denen in diesem Briefe die Rede seyn wird, müssen, wenn sie anders einerlei Resultate geben sollen, unter einerlei Temperatur der äußern Luft, das heißt, bei einerlei Stand des Thermometers, angestellt werden. Die Wärme nemlich dehnt die Körper aus, vergrößert ihr Volumen, und verursacht noth-

wendig eine Aenderung des Erfolgs. Man weiß, daß im Sommer ein Kubikzoll Wasser um drei Gran leichter ist, als im Winter; dies giebt also einen Unterschied des 130sten Theils des Gewichts. Schon Wolf unterscheidet Sommer- von Winterversuchen. Eben daher nimmt man zu allen Versuchen dieser Art, sowohl im Winter als im Sommer, einen bestimmten Grad der Wärme an, etwa 12 oder 14 Grad nach Reaumur, d. h. 60 bis 62 Grad Fahrenheit, oder muß doch wenigstens jedesmahl den Stand des Thermometers dabei bemerken. Auch muß das Wasser, wo möglich, immer von einerlei Beschaffenheit seyn. Nicht jedes Wasser ist zu diesen Versuchen anzuwenden; denn Härte und Weichheit und fremde, ihm beigemischte Theile, würden einen Unterschied in den Erfolgen bewirken. Man nimmt daher am liebsten destillirtes Wasser, oder, in Ermangelung dessen, doch wenigstens Regenwasser, und zwar solches, das man im Freien aufgefangen hat. Auch macht man diese Versuche nicht mit einer zu kleinen Menge, sondern nimmt, zur Vermeidung bedeutender Fehler, lieber größere Massen.

Die zu Versuchen dieser Art gebräuchliche Wage nennt man eine hydrostatische Wage (*Bilanx hydrostatica*, Balance hydrostatique). Sie unterscheidet sich im Allgemeinen von allen andern Wagen durch eine größere Empfindlichkeit, und durch eine bequemere Einrichtung, die Körper in Flüssigkeiten abzuwägen. Zu dieser Absicht versieht man die Schalen dieser Wagen mit einem Häkchen, damit der zu wiegende Körper daran mit einem Pferdehaar aufgehangen werden könne. Hier die Abbildung und Beschreibung derjenigen, welche Brisson, dem wir ein sehr vollständiges Verzeichniß der eigenthümlichen Gewichte verdanken,

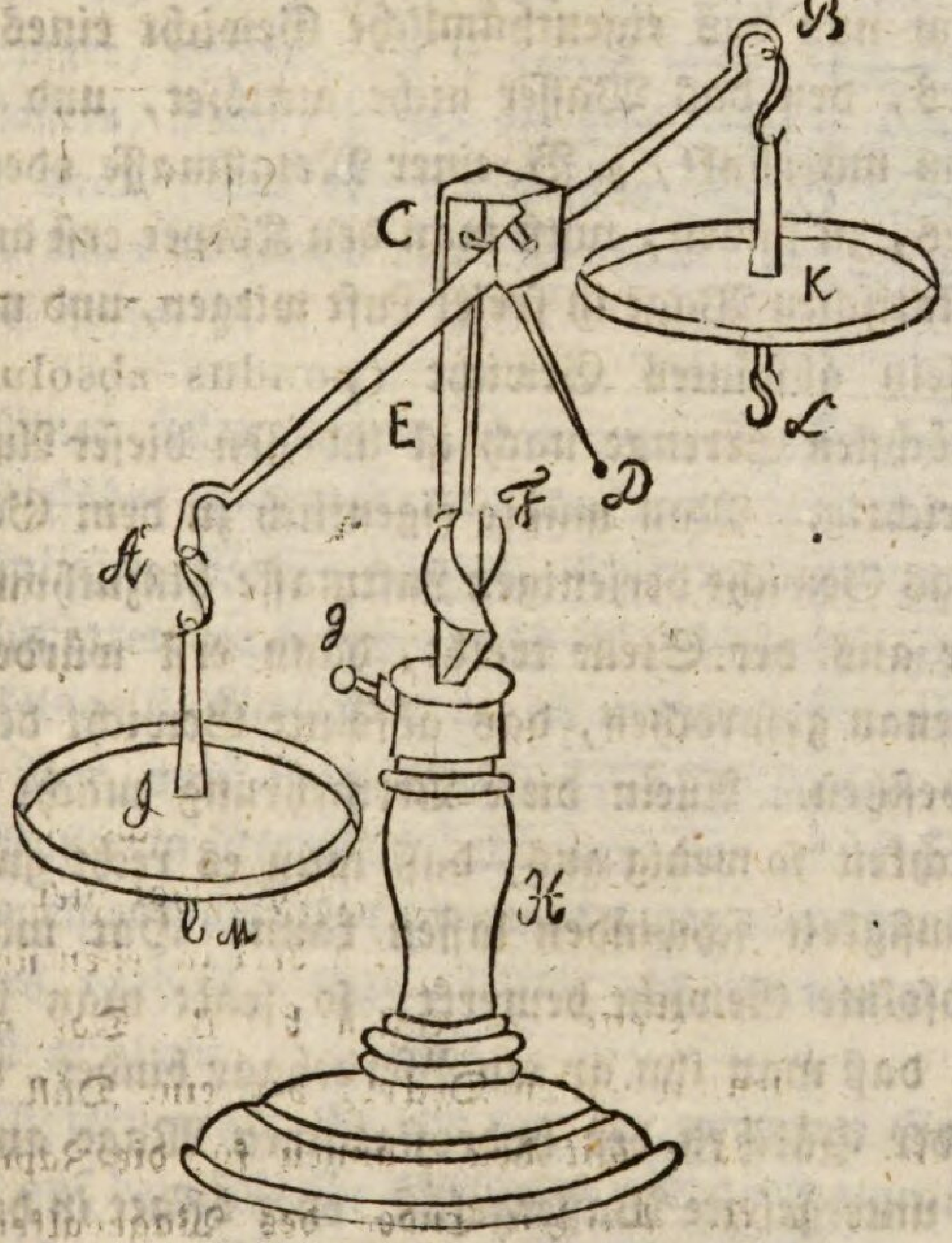
beschreibt, und welcher sich der Abt Nollet in seinen berühmten Vorlesungen bediente.



A B ist ein hölzerner, mit Blei ausgefütterter Kasten, 20 Zoll lang, 6 Zoll breit und hoch. Auf dem Deckel dieses Kastens stehen drei Gefäße F G H, welche unten durch eine bleierne, im Innern des Kasten befindliche Kommunikationsröhre verbunden sind. Diese Röhre hat vier Hähne, wovon zwischen H F und F G und bei A drei zu sehen sind; der vierte steht an der Seite des Kasten bei B. Das mittlere Gefäß F hat einen zinnernen Deckel, der eine Dülle trägt, auf welcher die Hülse mit den Pfannen für die Zapfen des Wagebalkens steckt. An den Enden des Wagebalkens C D hangen lothrecht über die Mündungen der Gefäße H und G die Wageschalen d und c, unten mit Häkchen versehen, um die abzuwiegenden Körper daran zu hängen. Beim Ge-

brauch dieser Wage füllt man das Gefäß F mit Wasser oder einer andern Flüssigkeit, indem alle Hähne verschlossen sind. Will man nun einen an c angehangenen und ins Gleichgewicht gebrachten Körper ins Wasser tauchen, so öffnet man den Hahn zwischen FG, dadurch füllt sich das Gefäß G aus F mit Wasser an. Will man auch den an d hangenden Körper eintauchen, so darf man nur den Hahn zwischen HF öffnen, und es füllen sich nun beide Gefäße. Soll der Körper nicht mehr eingetaucht seyn, so öffnet man einen der Seitenhähne.

Eine andere hydrostatische Wage ist die von Hawksbee angegebene, von Leupold verfertigte, und in Wolfs nützlichen Versuchen beschriebene.



Um den geringsten Ausschlag zu bemerken, ist die Zunge dieser Wage nicht, wie an den gewöhnlichen Wagen, zwischen den Blättern einer Scheere gedeckt, sondern die Zapfen

des Wagebalkens AB ruhen in den Pfannen einer Hülse C. Die sehr feine Zunge D ist unterwärts gekehrt, und spielt ganz frei. Ihr senkrechter Stand oder ihre Entfernung von demselben (Ausschlag) wird durch ein am Stativ angebrachtes Pendel oder Bleiloth F, das vom Aufhangepunkte herabhängt, bemerkt. Das Stativ kann nach Willkühr durch eine Stellschraube G erhoben oder in den Fuß H versenkt werden, je nachdem das Gefäß, worin die Sache gewogen werden soll, höher oder niedriger ist. Die Wageschalen IK sind wie ein rundes Tellerchen mit einem erhabenen Rande von Metall gemacht, und haben unten kleine Häkchen LM, um Körper daran zu hängen.

Um nun das eigenthümliche Gewicht eines festen Körpers, den das Wasser nicht auflöset, und der in selbigem untersinkt, z. B. einer Metallmasse oder eines Steines, zu finden, muß man den Körper erst an einer hydrostatischen Wage in freier Luft wiegen, und nun hat man sein absolutes Gewicht (pondus absolutum). Der höchsten Strenge nach ist indessen dieser Ausdruck nicht richtig. Man müßte eigentlich zu dem Gewichte noch das Gewicht derjenigen Luftmasse hinzuthun, welches er aus der Stelle treibt, dann erst würde man, ganz genau gesprochen, das absolute Gewicht des Körpers besitzen. Allein diese Vermehrung macht in der Wirklichkeit so wenig aus, daß man es recht gut ohne Weitläufigkeit schwinden lassen kann. Hat man nun das absolute Gewicht bemerkt, so senkt man ihn dadurch, daß man ihn an ein Pferdehaar bindet, und an eines der Häkchen der hydrostatischen Wage anhängt, in das untergesezte Wassergefäß, oder öffnet in der schönen Nolletschen Wage den einen Hahn, um Wasser in das Behältniß zu bekommen, in welches man den Körper versenken und abwiegen will. Hier verliert er nun

so

so viel von seinem Gewichte, als ein gleich großer Theil Wasser wiegt. Und dieser Verlust ist zugleich das Gewicht des Wassers unter eben dem Raum, den der eingesenkte Körper einnimmt. Was nun übrig bleibt, ist das eigenthümliche Gewicht (pondus specificum) des abgewogenen Körpers.

Ein und funfzigster Versuch.

Wägen Sie also einen Thaler in freier Luft an dieser Wage, und gesetzt, er wiegt 466 Gran, so wird er, wenn Sie ihn nun unter Wasser wiegen werden, nicht mehr 466 Gran, sondern nur 421 Gran, also 45 Gran weniger, wiegen, als er vorher wog. Der Raum des Wassers, welches er aus der Stelle treibt, beträgt also 45 Gran. Das absolute Gewicht des Thalers verhält sich daher zu seinem eigenthümlichen, wie = 466 : 45, oder 10,355 zu 1.

Einen festen Körper, der vom Wasser aufgelöset oder zerstöhrt werden kann, darf man freilich nicht im gewöhnlichen Wasser wiegen, sondern man vertauscht die Flüssigkeit nach der Natur des Körpers, entweder mit Weingeist, Terpentinöhl, oder einer andern Flüssigkeit. Nur muß man vorher diese Flüssigkeit erst mit dem Wasser in Verhältniß bringen, um zu wissen, wie sich ihr eigenthümliches Gewicht gegen das Gewicht des Wassers verhält, sonst würde ein unrichtiges Verhältniß erfolgen.

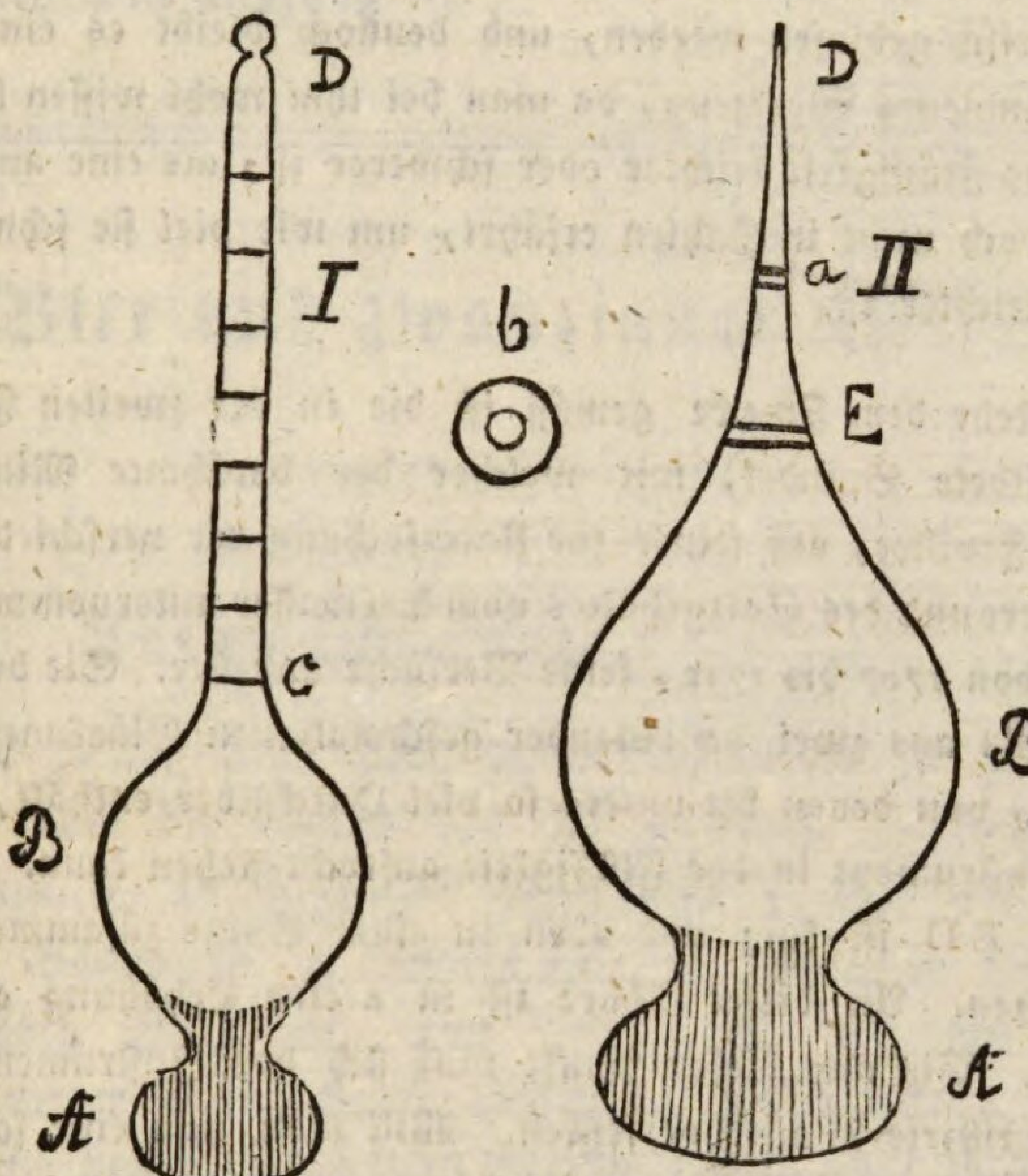
Ist ferner der Körper von so geringem Gewichte, daß er auf dem Wasser schwimmt, so muß man ihn mit einem schweren Körper, etwa mit einer Glaskugel, am besten mit einem Glaseimer, dessen absolutes und speci-

fisches Gewicht man schon aus Versuchen kennt, verbinden. Dann wiegt man ihn in freier Luft, und bemerkt sein Gewicht, wiegt ihn unter Wasser, und bemerkt auch hier sein Gewicht, zieht nun das schon bekannte absolute und specifische Gewicht von der Summe ab, und das Ueberbleibende giebt dann den Unterschied. So ist z. B. das eigenthümliche Gewicht des Korkes, nach Muschenbroek, 240 zu 1000, also ungefähr ein Viertel so groß, als das Gewicht des Wassers. Auf diese Art fand Mairan das eigenthümliche Gewicht des Eises. Die Tabelle wird Ihnen die Resultate aller dieser Versuche vorlegen. Ueberdies können Sie in einem solchen gläsernen Eimerchen Pulver abwiegen, die im Wasser nicht untersinken, und deren eigenthümliche Gewichte Sie erfahren wollen.

Auch durch ein **Aräometer**, das man, nach seinem verschiedenen Gebrauche, Senk- Sohl- Gradier- Salz- Wein- Branntwein- Bierwage, Salzprobe, Salzspindel, (*Araeometrum*, *Hygrobaroscopium*, Aréomêtre, Pèse-liqueur) nennt, läßt sich das eigenthümliche Gewicht flüssiger Körper finden. Man weiß nemlich durch die Erfahrung, daß ein zum Theil obenauf schwimmender Körper sich in einer weniger dichten Flüssigkeit tiefer senkt, als in der von größerer Dichtigkeit. So geht ein beladener Kahn im Flußwasser tiefer, als im Seewasser. Hierauf gründet sich eben die Berechnung der Ladung eines Schiffes, welche es tragen kann, wenn es nicht untersinken soll, und man nimmt allerdings Rücksicht auf das größere eigenthümliche Gewicht des Seewassers.

Die Verfertigung solcher Aräometer, von denen Sie, theure Jünglinge, hier ausführliche Beschrei-

bungen und Abbildungen erhalten sollen, hat viele Schwierigkeiten. Hier zuförderst die gewöhnlichsten Aräometer:



A und B in der ersten Figur sind zwei gläserne Kugeln, die, zusammen geschmolzen, eine gemeinschaftliche Oefnung haben. C D ist eine gläserne Röhre, die inwendig eine kleine Skala von Papier in sich hat, worauf in gleichen Abständen Zahlen nach der Folge aufgezeichnet sind. Die untere Kugel A ist entweder mit Quecksilber, oder auch mit kleinem Schrot gefüllt, damit sich das Instrument selbst in der leichtesten Flüssigkeit ganz eintaucht. Je dichter und schwerer nun die Flüssigkeit ist, um so weniger taucht sich

das Instrument ein, und die am Stiele angebrachte Theilung zeigt, um wie viel sich das Instrument in die Flüssigkeit eingesenkt hat, und welche von zwei oder drei Flüssigkeiten die leichtere ist. Soll dieses Instrument von wirklichem Nutzen seyn, so muß der Stiel desselben vollkommen cylindrisch geblasen werden, und dennoch bleibt es ein unvollkommenes Werkzeug, da man bei ihm wohl wissen kann, ob eine Flüssigkeit leichter oder schwerer ist, als eine andere, aber doch nicht in Zahlen erfährt, um wie viel sie schwerer oder leichter ist.

Mehr dem Zwecke gemäß ist die in der zweiten Figur abgebildete Spindel, mit welcher der berühmte Minorit, Louis Fevillee, auf seiner zur Untersuchung der verschiedenen Schwere und des Salzgehaltes vom Seewasser unternommenen Reise von 1707 bis 1712, seine Versuche anstellte. Sie besteht ebenfalls aus zwei an einander geschmolzenen Glaskugeln A und B, von denen die untere so viel Quecksilber enthält, daß das Instrument in der Flüssigkeit aufrecht stehen kann. Die Röhre ED ist kurz und oben in einer Spitze zusammengeschmolzen. An dieser Röhre ist in a eine Erhöhung angebracht. Bis auf diesen Punkt muß sich das Instrument in das destillirte Wasser versenken. Will man nun eine schwerere Flüssigkeit bestimmen, so hat man mehrere kleine Gewichte von Messing in Form der kleinen Figur b, die man, da sie in der Mitte eine Oefnung haben, auf die Spindel stecken kann. Diese kleinen Gewichte sind genau bestimmt, wiegen einen oder mehrere auf denselben bemerkte Grane. Da sie nur bis auf den Punkt a, wegen der Erhöhung, hinunterfallen können, so steckt man von ihnen so viel auf die Spitze, daß die Spindel sich bis a untertauchen muß, und bestimmt nun durch die Zusammenrechnung der Grane das größere eigenthümliche Gewicht der Flüssigkeit.

Erlauben Sie, daß ich hier diesen Brief schließen und den Gegenstand in einem neuen Briefe fortsetzen darf, da er wichtig, belehrend und angenehm zugleich ist, und nehmen Sie die Versicherung meiner ungetheilten Achtung ꝛc.

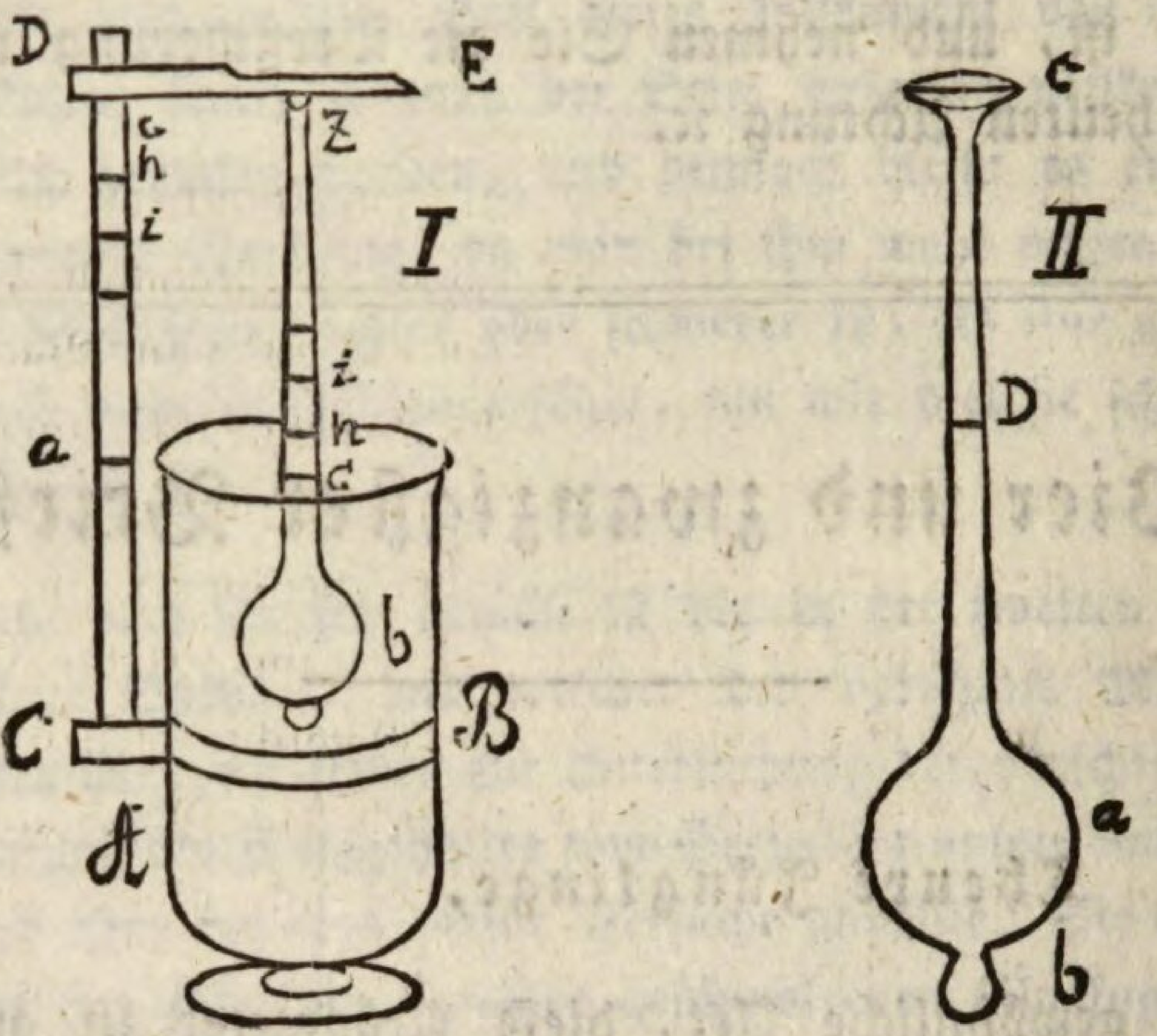
Vier und zwanzigster Brief.

Theure Jünglinge,

Die gewöhnliche Art, diese Aräometer zu graduiren, oder die Größe der Theile durch Versuche zu bestimmen, ist folgende: Man löset z. B., um eine gute Soolwage zu verfertigen, in 99 Loth Wasser ein Loth Salz auf, und sieht, um wie viel das Aräometer sinkt; dann nimmt man zwei Loth Salz in acht und neunzig Loth Wasser, dann drei in sieben und neunzig u. s. w. So oft man will, macht man ein Merkzeichen, und erhält auf diese Art eine Skale für einlöthige, zweilöthige, zehnlöthige Soole. Auf ähnliche Art lassen sich Bierproben verfertigen. Man darf nur auf ihnen bemerken, wie tief es sich in ganzem Bier und in demjenigen senkt, das ein, zwei, drei Theile Wasser enthält; eben so Galaktometer oder Milchprober, Branntweinwagen ꝛc.

Um noch mehr Genauigkeit beim Graduiren dieses Instruments zu erreichen, empfiehlt Brisson das

von Montigny angegebene Aräometer. Hier die Abbildung desselben:

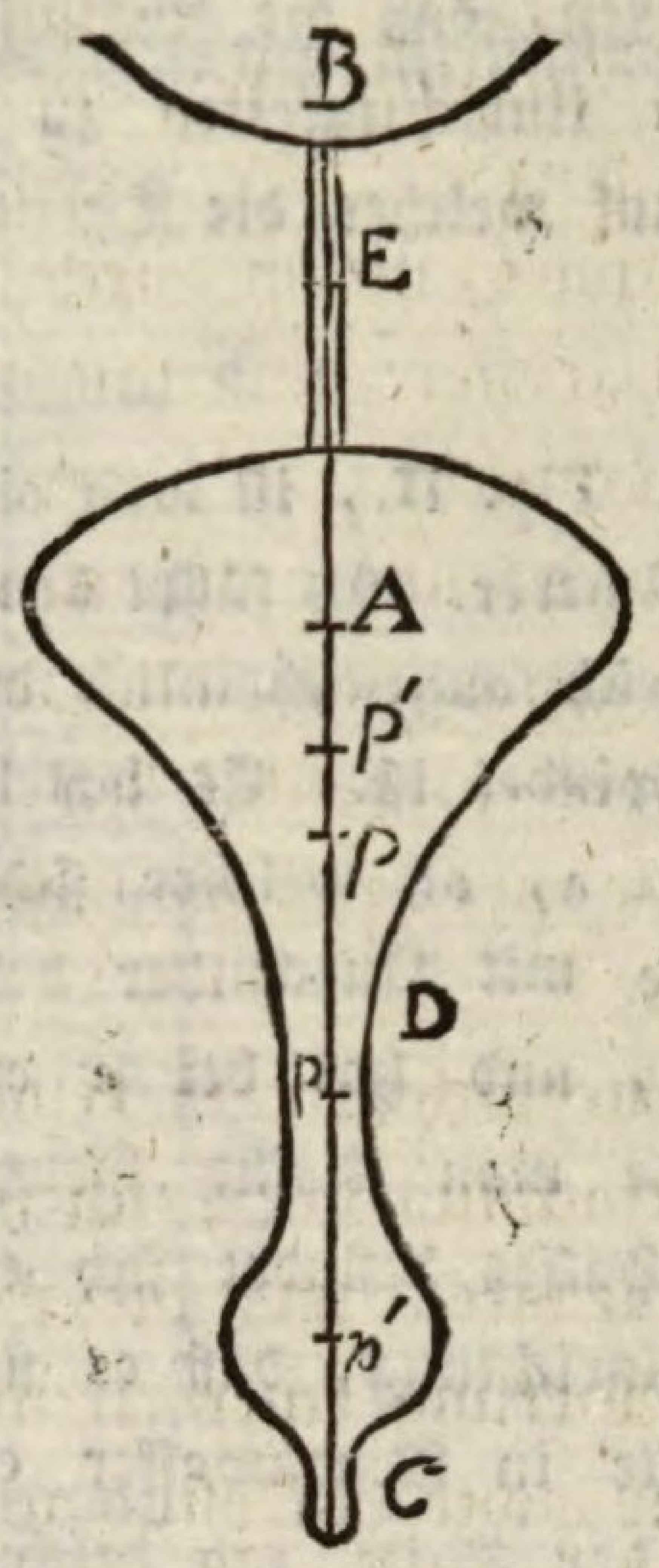


An einem gläsernen Gefäße A befindet sich ein Metallring B, und an diesem ein Elfenbeinstäbchen CD. Dieses ist mit einem wohlgearbeiteten messingenen Schieber E versehen. Man füllt das Gefäß mit Regenwasser, und giebt dem Aräometer b diejenige Schwere, daß es sich bis c einsenkt. Das Ende seines Stieles reicht alsdann bis Z. Man stellt nun den Schieber E so, daß er Z genau berührt, und macht an den Elfenbeinstab CD einen Strich mit Bleistift. Sinkt nun in andern Flüssigkeiten dies Aräometer bis h oder i, so wird der Schieber auch die Punkte h oder i auf dem Elfenbeinstab angeben. Nun trägt man diese Theilung auf ein Papier, aber umgekehrt, und befestigt diese Theilung in dem Aräometer, so daß nun der Punkt a, der, beim ersten Einsenken, der Oberfläche des Wassers im Gefäße gegenüber stand, oben bei Z kömmt, und die Theilung in die Lage c h i bringt. Der Schieber muß das Stäbchen nur von

drei Seiten einschließen, daß die Bleistiftstriche nicht verwischt werden. Um Unrichtigkeiten zu vermeiden, wird auch das Papier, auf welches die Theilung kommen soll, mitgewogen.

Das Aräometer, Fig. II., ist weit einfacher, und doch in der Anwendung sicherer. Es führt den Nahmen Fahrenheitisches, ob es gleich augenscheinlich die vom Vater Feuillee angegebene Spindel ist. Es besteht aus einer hohlen, gläsernen Kugel a, an welcher sich unten eine kleinere b befindet, die mit Quecksilber beschwert ist. Der Hals ist sehr dünne, und hat bei c eine kleine Schale aufsitzen, in welche man kleine Gewichte legen kann. In der Mitte des Halses befindet sich ein Merkmahl D, und man trifft die Einrichtung, daß es sich gleich Anfangs bis zu diesem Punkte in Regenwasser einsenkt. Folglich gerade so wie bei der Seite 179 beschriebenen und abgebildeten Spindel, nur daß dort die Gewichte aufgeschoben werden, welches, vermöge ihrer Bildung, sehr leicht angeht.

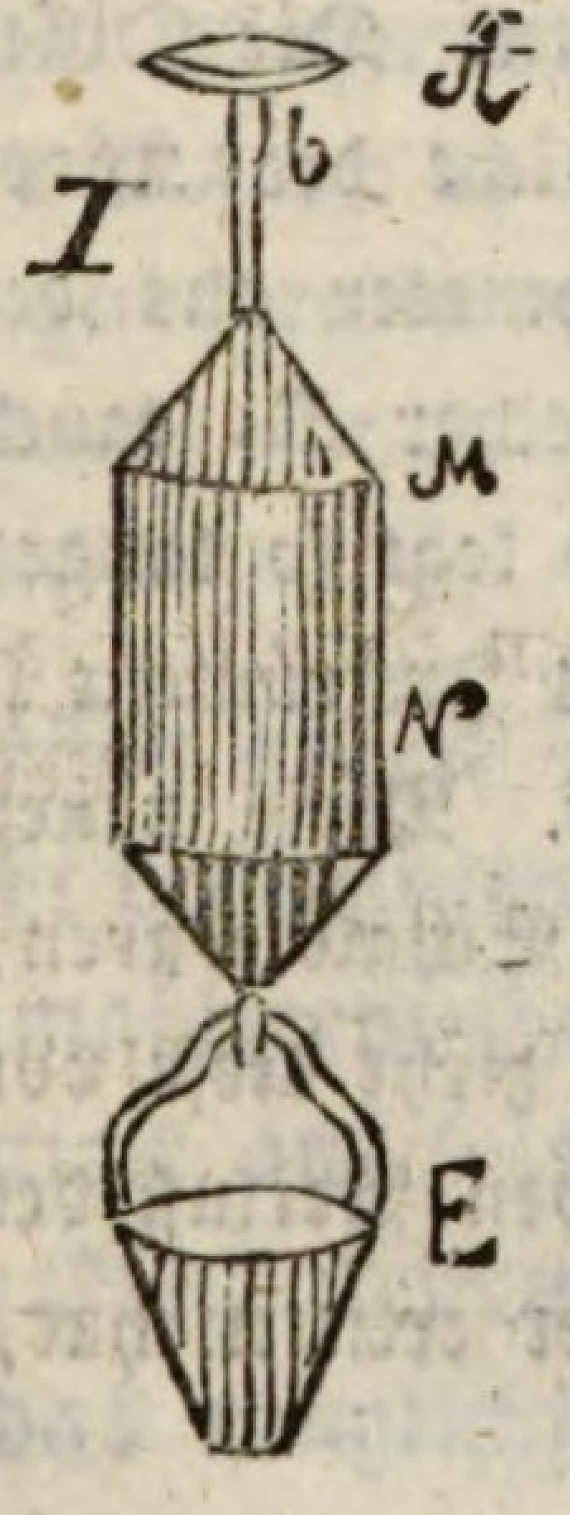
Dies Fahrenheitische Aräometer hat durch den Hofphysikus Ciarcy zu Darmstadt und den Professor Schmidt wesentliche Vorzüge, und den höchsten Grad der Bequemlichkeit erhalten. Man kann nun mit großer Leichtigkeit mit Beiden, denn er hat auch für die schwereren Solutionen eins verfertigt, jede Flüssigkeit, Quecksilber und Naphta ausgenommen, sehr leicht und ohne alle Rechnung finden, und sie sind, um die höchste Genauigkeit zu erreichen, noch mit einem Quecksilber-Thermometer verbunden. Die auf der folgenden Seite stehende Figur zeigt dieses Instrument in seiner halben wirklichen Größe.

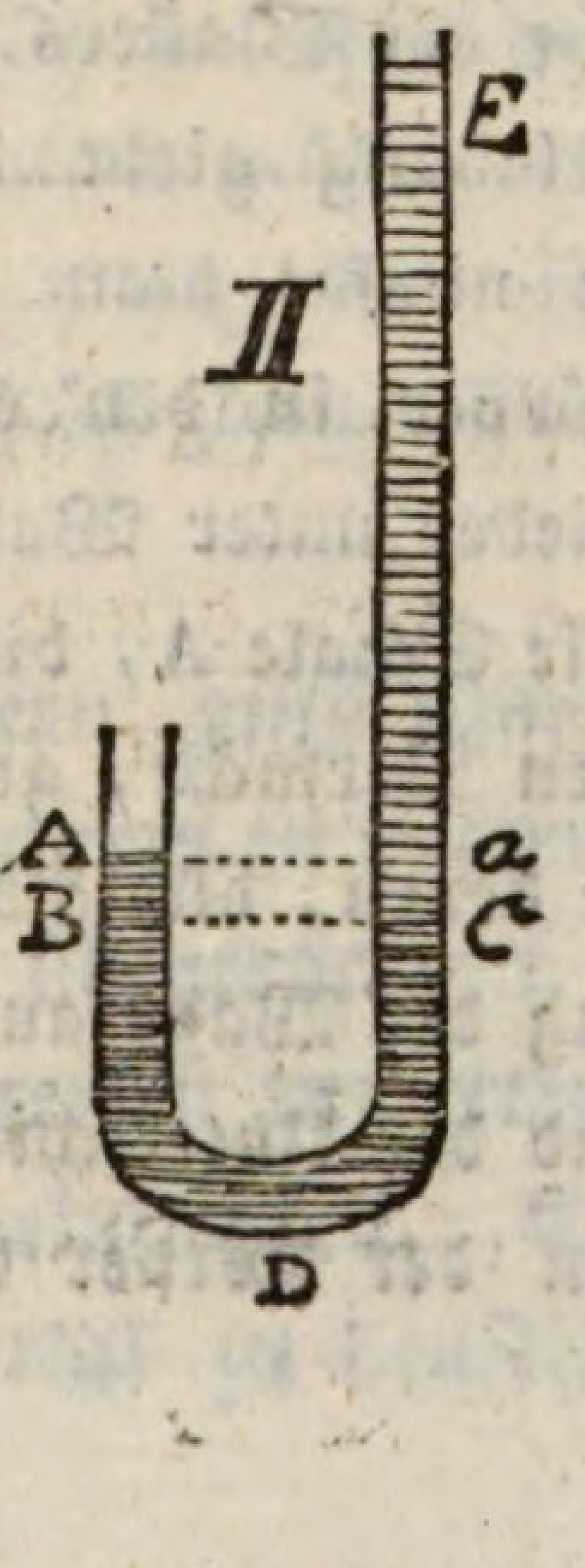


A ist ein hohles, birnförmiges Gefäß von Glas, welches oben, vermittelst eines massiven Glasstängelchens, die Schale B trägt, unten aber durch ein etwas stärkeres Glas D mit einem kleineren birnförmigen Gefäß C verbunden ist. Dieses Gefäß wird durch die anfänglich offene Spitze desselben mit Quecksilber so stark gefüllt, daß das ganze Instrument genau 800 halbe Gran (Cöllnisches Markgewicht) wiegt. Ciarcy hat nemlich ½ Gran als Einheit angenommen. Das ganze Instrument wiegt etwa 320 Theile, also das eingefüllte Quecksilber ungefähr 480. Daraus erklärt es sich, daß der Schwerpunkt bei P fallen muß, da der Schwerpunkt des leeren Glases in p, des Quecksilbers aber in p′ liegt. Die größte Beschwerung, die dieses Aräometer tragen soll, sind 400 Theile. Legt man diese in die Schale B, so fällt der gemeinschaftliche Schwerpunkt in die Gegend von P′. Nun ist die Einrichtung getroffen, daß das Zulegegewicht in der Schale 200, also das ganze Gewicht 1000 Theile beträgt, wenn das Instrument in Regenwasser von — 15° Tem-

peratur Reaumur bis an die bei E bezeichnete Stelle in die Mitte des Halses einsinkt. Bringt man es also durch Veränderung des Zulegegewichts dahin, daß es sich in jede andere Flüssigkeit von gleicher Temperatur eben so tief einsenkt, so giebt das herausgenommene oder hinzulegte Gewicht den Unterschied zwischen dem eigenthümlichen Gewichte der Flüssigkeit und des Wassers, und, von 1000 abgezogen oder zu 1000 hinzugesezt, das eigenthümliche Gewicht der Flüssigkeit selbst an. Der Schwerpunkt des Wasserkörpers, welcher dieses Aräometer, wenn es bis E versenkt ist, aus der Stelle treibt, fällt in die Gegend von A über dem Punkt P'. Hieraus erhellet, daß das Instrument auch bei seiner größten Beschwerung nicht umschlagen kann, sondern senkrecht schwimmen muß. Die birnförmige Gestalt dient nicht nur, dem Auge die Beurtheilung zu erleichtern, sondern auch den Schwerpunkt des aus der Stelle getriebenen Wassers höher, als den Schwerpunkt des ganzen Instruments, heraufzubringen.

Auch Nicholson hat zur Bestimmung der eigenthümlichen Gewichte fester Körper ein Instrument erdacht, dem er den Nahmen **Hydrometer** giebt, welches viel Aehnlichkeit mit diesem Aräometer hat, und von Haüy gerühmt wird. Es hat diese Ansicht:





Es besteht in einer Röhre MN von weißem Blech, an deren obern Ende sich ein Messingdrath b befindet, und auf dessen Spitze eine kleine Schale A befestigt ist. Dieser Drath ist in seiner Mitte durch einen Feilstrich bezeichnet. An dem untern Theile hängt ein kleiner Becher, der mit Blei beschwert ist, so daß, wenn Sie dies Instrument in destillirtes Wasser tauchen, und sich selbst überlassen, ein Theil des Instruments über Wasser schwimmt. Die kleine Schale A am Ende des Drathes steckt man, vermittelst einer federnden Röhre von Blech, auf den Drath fest. Man setzt auch gewöhnlich noch eine andere weitere Schale von Blech auf die erste, in deren Concavität sie mit ihrer Convexität paßt. Der Gebrauch dieses Instruments, dessen Einrichtung, wie Sie, theure Jünglinge, sehen, ebenfalls auf Fevillee's Spindel beruht, läßt sich leicht einsehen. Man beschwert erst die obere Schale mit so vielen Gewichten, als nöthig sind, damit der Strich b an dem Drath mit dem Wasserspiegel gleich zu stehen kommt. Dies nennt man: das Aräometer abgleichen, oder die erste Beschwerung desselben. Hierauf nimmt man dieses Gewicht weg, und legt den zum Versuch bestimmten Körper, der aber immer dichter, als das Wasser, seyn muß, in die nemliche Schale, und fügt noch so viel Gewichte hinzu, als nöthig sind, um den Strich in die Horizontalfläche des Wassers zu bringen. Die Differenz dieser zweiten Beladung giebt das Gewicht des Körpers in der Luft. Nun nimmt man das Aräometer aus dem Wasser, legt den Körper in den untern Becher E, taucht das Instrument wieder unter Wasser, und legt so lange kleine Gewichte in die Schale A, bis sich das Instrument so tief, wie beim vorigen Versuche, gesenkt hat. Diese neuen Gewichte machen mit denen, die schon in der Schale waren, die dritte Beschwerung der Wage aus. Man zieht diese von der zweiten ab, und der Unterschied zeigt den Verlust des Gewichts an, welchen der Körper im Wasser erlitten hat, oder das

Gewicht des aus der Stelle getriebenen Wassers. Zuletzt theilt man durch dieses Gewicht das Gewicht des in der Luft gewogenen Körpers.

Man kann auch das eigenthümliche Gewicht flüssiger Materien, die sich nicht mit einander vermischen, durch Abmessung der Höhen ihrer Säulen in Glasröhren, die in ihrer Grundfläche vereinigt sind, vergleichen.

In der Glasröhre, Fig. II., ist der Raum von ABDC mit Quecksilber angefüllt; von C bis E ist Wasser enthalten. Die Oberflächen beider Flüssigkeiten können nicht gleich hoch seyn oder in einer Horizontalebene liegen. Führen Sie von C, wo beide Materien an einander gränzen, die wagerechte Ebene CB bis an den andern Schenkel fort, so wird die schwere Flüssigkeit, oder das Quecksilber, im Theile CDB unter sich völlig im Gleichgewichte seyn. Steht sie nun noch über B bis A, so wird sie auch über C bis a stehen müssen, um mit AB im Gleichgewichte zu bleiben. Will man aber, statt der schweren Quecksilbersäule Ca, eine Wassersäule nehmen, so muß dieselbe, wenn sie eben so stark gegen c drücken soll, um so vielmahl höher seyn, so vielmahl das Wasser eigenthümlich leichter, als das Quecksilber ist, das heißt vierzehnmahl. Daher wird sich für den Fall des Gleichgewichts CE : BA = 14 : 1 verhalten müssen. Das ganze Verfahren gewährt indessen nur wenig Genauigkeit, und findet überhaupt nur bei solchen Flüssigkeiten Statt, die sich nicht vermischen.

Bei allen diesen Aräometern muß man übrigens die Vorsicht beobachten, sie sehr rein zu halten, und sie, nach jedesmahligem Gebrauch, abzutrocknen. Sie dürfen auch nicht aus solchen Materien verfertigt werden, welche die Flüssigkeiten in sich einsaugen. Eben daher ist Glas das tauglichste Material zu denselben. Der

Stiel an denselben muß genau cylindrisch und durchaus von gleicher Dicke seyn, weil das Gegentheil sonst Unrichtigkeiten veranlaßt. Dann müssen sie auch senkrecht in der Flüssigkeit stehen, weil man sonst nicht genau den Punkt ihres Standes bemerken kann, und auf der Flüssigkeit selbst, dürfen weder Schaum, noch sonst Unreinigkeiten schwimmen.

Ich schließe hier diesen Brief, der Ihnen, wie ich gewiß glaube, nicht allein eine anschauende Kenntniß von den zur Untersuchung der Eigenschwere vorzüglich gebräuchlichen Instrumenten gegeben, sondern auch das Verfahren selbst bei dem Abwiegen derselben verdeutlicht hat, und bin mit herzlichem Gefühl ꝛc.

Fünf und zwanzigster Brief.

Verehrte Jünglinge,

Es wird Ihnen nun nach dem Vorausgeschickten nicht schwer werden, die Ausführbarkeit jenes Problems einzusehen, dessen Auflösung Archimedes Erfindung seyn soll, und es auch seyn kann, wenn auch allenfalls die Veranlassung dazu eine Fabel seyn sollte. Es war, wie Sie sich erinnern werden: die Vermischung zweier Materien von bekanntem eigenthümlichen Gewicht herauszufinden, und zugleich zu sehen, wie viel von jeder Materie, dem Gewichte nach, in der Vermischung enthalten ist.

Setzen Sie also den Fall, die Krone wog 18 Pfund. Sie hätte also 1 Pfund im Wasser verlieren sollen, weil das eigenthümliche Gewicht des Goldes zum Wasser,

wie 18 zu 1 feststeht. Nun aber verlohr die Krone, unter Wasser gewogen, $1\frac{1}{3}$ Pfund. Achtzehn Pfund Silber verlieren im Wasser $1\frac{1}{2}$ Pfund, weil das eigenthümliche Gewicht des Silbers sich zum Wasser wie 12 zu 1 verhält. Folglich enthielt die Krone

6 Pfund Gold und 12 Pfund Silber,

weil 6 Pfund Gold $\frac{1}{3}$ Pfund, und 12 Pfund Silber ein Pfund Verlust, unter Wasser gewogen, geben.

Eine kleine Unrichtigkeit bleibt indessen immer noch übrig, da die Körper, wenn sie gemischt sind, nicht mehr einerlei Raum einnehmen, welchen sie vorher unvermischt einnahmen. Gold und Silber, Silber und Kupfer nehmen in der Vermischung nicht das doppelte Volumen ein, welches sie vor dem Zusammenschmelzen einnahmen. So geben, nach Glauber, zwei gleich große Kugeln von Zinn und zwei gleich große Kugeln von Kupfer, nach dem Zusammenschmelzen, nur drei gleich große Kugeln, ob sie gleich alle drei eben so viel wiegen, als die vier zusammen genommen wogen. Die Auflösung des Archimedes läßt sich überdies auch nur auf Vermischungen von zwei Körpern anwenden. Körper, die drei Vermischungen enthalten, sind gar nicht dazu anzuwenden.

Uebrigens muß man nicht glauben, daß das, was von dem eigenthümlichen Gewicht des ganzen Körpers gilt, auch von seinen Theilen gelten müsse. Im Gegentheil unterscheidet man homogene und heterogene Dichtigkeit. Homogen ist sie, wenn in allen gleichen Theilen eines Körpers gleich viel Materie enthalten ist, so klein man auch die Theile annehmen mag; hingegen ist der Körper heterogen oder von ungleichförmiger Dichtigkeit, wenn ein gleicher Theil seiner Größe hier mehr und dort weniger Materie enthält. Ein Körper

kann in seinen Theilen ein sehr verschiedenes eigenthümliches Gewicht besitzen. Manche von ihnen sind schwer, manche leicht, z. B. bei dem Menschen. Selbst das Holz des Astes hat eine andere eigenthümliche Schwere, als das Holz des Stammes.

Dies alles drücken die Naturlehrer in folgenden Sätzen auf eine bestimmte Art aus:

1) **Bei Körpern von gleicher Größe verhalten sich die Massen wie die Dichtigkeiten. Sind die Dichtigkeiten gleich, so verhalten sich die Massen wie die Größen.**

2) **Die Dichtigkeiten verschiedener Körper verhalten sich gerade wie die Massen, und umgekehrt wie die Größen. Sind die Größen gleich, so verhalten sich die Dichtigkeiten wie die Massen. Sind die Massen gleich, so verhalten sich die Dichtigkeiten umgekehrt wie die Größen.**

3) **Bei gleicher Dichtigkeit verhalten sich die Größen wie die Massen, und bei gleichen Massen verhalten sich die Größen umgekehrt wie die Dichtigkeiten.**

Nach dieser Methode und mit diesen Hülfsmitteln haben die Naturforscher das eigenthümliche Gewicht sehr vieler Körper untersucht und in Tafeln gebracht, wobei das eigenthümliche Gewicht des Regenwassers als 1, oder 100, oder 1000, oder 10000 gesezt ist. Eine solche Tafel hat man schon von 1603 von Ghetaldi. — Henkel verfertigte eine 1725. Davies sammelte alles Bekannte, alles was bis zu ihm (1747) gewogen war.

Muschenbroek übertraf seine Vorgänger; seine Versuche sind schon genauer, aber doch nicht ganz zuverlässig, weil er keinen bestimmten Grad der Wärme angiebt, sondern nur sagt, daß er seine Versuche im April, Julii und August anstellte. Vollständiger und genauer ist Brisson. Er wog alle seine Körper in einer bestimmten Temperatur von 14 Grad Reaumur, und nahm große Massen von 8 bis 14 Unzen, wobei der Irrthum nur unbeträchtlich seyn kann. Hahn, Priestley, Bergmann, Rome de L'Isle, Fontana, Kirwan, Kästner, Große, Westrumb, Volta, Lavoisier, Burja, Klaproth und Andere haben ebenfalls Versuche dieser Art angestellt.

Der Nutzen einer solchen Tabelle ist sehr in die Augen fallend. Es läßt sich aus derselben auf die Reinheit und Aechtheit der Körper in den meisten Fällen schließen. So wird man z. B. dadurch verhindert, die blaue Abart des Bergkrystalls, die unter dem Nahmen Wassersapphir bekannt ist, mit dem wirklichen Edelstein oder orientalischen Sapphir zu verwechseln, da das eigenthümliche Gewicht des ersten nur 2,800, das des andern hingegen ungefähr 3,994 beträgt, und man ist dabei um so mehr interessirt, Mißgriffe zu vermeiden, weil der Unterschied der Preise die Differenz der eigenthümlichen Gewichte um Vieles übertrifft. Auch kann man das Gewicht eines Kubikzolles oder Kubikfußes der in der Tabelle angegebenen Materien sehr leicht finden, wenn man die Zahl, welche ihr eigenthümliches Gewicht ergiebt, mit dem Gewicht des Kubikzolles oder Kubikfußes Wasser multiplicirt.

Die nachstehende Tabelle enthält in der größten Ausführlichkeit das eigenthümliche Gewicht aller bis dahin gewogenen Körper, die ich in meinen Hülfs-

mitteln habe auffinden können, und ist, zur bequemen Uebersicht, systematisch geordnet. Betrachten Sie dieselbe als eine Zugabe zu demjenigen Theile von Briefen, den ich für Sie in dieser ersten Hälfte des ersten Theils bestimmte, und lieben Sie mich ferner als Ihren ꝛc.

Sechs und zwanzigster Brief.

Geliebte Jünglinge,

Sie erhalten hier die im vorigen Briefe versprochene Tabelle, die ich, um Raum zu ersparen, in zwei Columnen neben einander habe abdrucken lassen. Dadurch ist nun aber dieser Raum so beengt, daß nur die Anfangsbuchstaben des Nahmens der Naturforscher, welche diese Abwägung verzeichneten, bei der Zahl ausgedruckt werden konnte. Es ist daher nöthig, mich hier über diese Anfangsbuchstaben zu erklären. Es bedeuten:

Af., Afzelius	Fa., Fabroni	v. L., von Leysser
Am., Amburger	Gä., Gärtner	Mu., Muschenbroek
Bch., Becher	Ge., Gellert	Pr., Priestley
Be., Bergmann	Gr., Gren	Ro., Rome de L'Isle
Bl., Black	Ha., Hamilton	Sa., Saussure
Blu., Blumenbach	Hat., Hatchet	Si., Sickingen
Bo., Borda	Hy., Haüy	Su., Suckow
Br., Brisson	Ka., Karsten	Vo., Volta
Bs., Brandis	Ki., Kirwan	Wa., Watson
Bü., Büffon	Kl., Klaproth	We., Westrumb
B. T., Burja Tab.	La., Lasius	Wr., Werner
d'El., d'Elhuyart	Le., Lewis	. . . Unbekannt

Möglichst

Möglichst vollständige Tabelle der Eigengewichte unter Wasser gewogener Körper.

1) Kalkarten.

Reine Kalkerde .	2,720	Be.	Schieferspath . .	2,647	Ki.
Kreide, grobe, harte	2,657	Wa.	Braunspath . .	2,837	Br.
	2,315	. . .		2,369	Le.
Sandiger Kalkstein	2,742	Ki.	Dolomit . . .	2,862	Ki.
Dichter Kalkstein .	1,3864	—	Elastischer Marmor	2,836	—
Portlandstein .	2,461	—	Gyps oder Selenit	2,311	Br.
Bathstein . .	2,456	—	Dichter Gypsstein,		
Blättriger Kalkstein,			Alabaster . .	1,878	B.T.
Parischer Marmor	2,8376	Br.		1,870	Mu.
Carar. Marmor	2,717	Ki.	Fasriger Gyps .	2,300	Ki.
Deutscher Marm.	2,765	. . .	Gypsspath, Frauen-		
Gemeiner Kalkspath	2,715	. . .	eis	2,311	—
Arragonischer Spath	2,778	Ki.		3,155	. . .
Tropfstein . . .	2,3259	Br.	Fluß, dichter . .	3,165	Ki.
Stinkstein . . .	2,7121	—	Flußspath . . .	3,155	Be.
Bitterspath . .	2,480	Ki.		3,199	Br.
Harter Mergel .	2,877	—	Apatit, Sächsischer	3,218	Kl.
Bituminöser Mergel-			——— Spanischer	3,778	—
schiefer . . .	2,681	Le.	Tungstein, brauner	5,570	Ki.
Schwefelkiesiger			——— grauer	6,028	—
Kalkstein . . .	2,703	Ki.			

2) Schwerarten.

Reine Schwererde	3,733	Be.	Fasrig. Schwersp.	4,000	Be.
Witherit — Barolit	4,338	Ki.	Bologneser Spath	4,400	Br.
Schwerspath . .	4,865	Af.	Rammelsberger		
Dichter Schwersp.	4,496	Be.	Schwerspath .	4,313	Ki.
Blättr. Schwersp.	4,330	Ki.	Leberstein . . .	2,666	—

3) Talkarten.

Meerschaum . .	2,780	. . .	Amianth . von	0,9088	Br.
Speckstein . . .	1,784	Ki.	bis	2,3134	—
	2,583	Br.	Bergkork . . .	0,6806	—
Chinesis. Speckstein	2,790	Ki.	Asbestart. Strahlstein	2,584	Le.
Topfstein, verhär-			Gemein. Strahlstein	2,806	Ki.
teter Talk . .	2,8729	—	Glasart. Strahlstein	2,950	—
Topfstein aus der			Nephrit, Nierenstein	2,9660	Br.
Schweiz . . .	3,023	Sa.	——— orientalischer	2,950	Sa.
Serpentinstein .	2,2645	Br.	Baikalith . . .	2,200	Ki.
Asbest	2,577	Bü.	Boracit	2,566	—

4) Thonarten.

Porzellanthon . .	2,341	Ki.	Hornblende . .	2,922	Br.
Töpferthon . .	1,800	—	Basaltische Horn-		
Schieferthon . .	2,600	—	blende . . .	3,333	Ki.
Brandschiefer . .	2,000	—	Labrador . . .	3,350	—
Verhärtetes Stein-			Schillerspath . .	2,882	—
mark	2,815	—	Hornblende-Schiefer	2,909	—
Bol	1,400	—	Wacke	2,576	Su.
Thonartiger Mergel	2,400	—	Mullenstein . .	2,600	. . .
Schwarze Kreide	2,186	Br.	Gemeiner Trapp .	2,780	Ki.
Grüne Erde . .	2,637	Ki.	Basalt	3,000	Be.
Lepidolith . . .	2,816	—	—— vom Riesenwege	2,864	Br.
Cyanit	3,092	—		2,900	Ha.
Glimmer . . .	2,7917	Br.	Argillit, Thonschiefer	2,500	La.
Russisch Glas, weiß	2,704	—	Wetzstein . . .	2,609	Ki.
Micarelle . . .	2,980	Ki.			

5) Kieselarten.

Kieselerde . . .	1,975	Be.	Quarz	2,646	Ki.
Bergkrystall . .	2,633	Ki.	Amethyst . . .	2,651	—
Isländ. Krystall .	2,720	Mu.	Smaragd . . .	2,775	—
Wassersapphir .	2,800	Hy.		3,095	Mu.

Beryll, Aquamarin	2,650	Ki.
Prasem	2,580	Br.
Orientalischer Rubin	4,288	Ki.
	3,180	Mu.
Orientalischer Topas	4,0106	Ki.
Oriental. Sapphir	3,991	—
Spinell oder Rubin, Balas . . .	3,5700	Kl.
Brasilianisch. Rubin	3,531	Ki.
Sächsischer Topas	3,564	—
Oriental. Aquamarin	3,548	—
Brasilian. Sapphir	3,1307	—
Hyacinth . . .	3,687	—
Orientalischer Granat, Carbunkel	4,000	—
Böhmischer Granat	3,941	We.
	4,000	Br.
grüner	3,750	Ki.
Chrysoberyll . .	3,698	—
Chrysolith . . .	3,340	—
Olivin	2,960	—
Obsidian, Isländ. Agath . . .	2,348	—
Stangenschörl .	3,212	—
Turmalin . . .	3,050	—
Thumerstein . .	3,2956	—
Prehnit	2,9423	—
Aedelit oder Kiesel-Zeolith . . .	2,515	—
Zeolith	2,073	Br.
Kreuzkrystall . .	2,355	Ki.
Lasurstein . . .	2,760	—
	2,945	Br.
Chrysopras . .	2,479	Ki.
Vesuvian . . .	2,4648	Ki.
Schörlit, Schörlartiger Beryll . .	3,530	Kl.
Rubellit, rother Schörl . . .	3,100	Ki.
Opal, edler . .	1,700	—
Halbopal . . .	2,118	—
Pechstein . . .	2,6695	Br.
	2,720	Ki.
Holzopal . . .	2,080	—
Hyalith, Lavaglas	2,110	—
Chalcedon . . .	2,655	—
Weltauge . .	0,0942	Br.
Carneol	2,597	Ki.
Katzenauge . .	2,560	—
Feuerstein . . .	2,580	—
	2,641	B.T.
Hornstein . . .	2,532	Ki.
Kieselschiefer . .	2,596	—
Basanit, Probierstein	2,596	We.
Hornschiefer . .	2,512	Ki.
Jaspis, gemeiner	2,6288	Le.
Egyptischer Kiesel	2,564	Br.
Bandjaspis . .	2,820	Ki.
Sinopel . . .	2,691	Br.
Porzellanit . .	2,330	Ki.
Heliotrop . . .	2,620	—
Holzstein . . .	2,045	—
Elastischer Quarz	2,624	—
Gemeiner Feldspath	2,437	—
Mondstein, Adularia	2,559	—
Derber Feldspath	2,609	—
Labrador . . .	2,670	—

Petrilith, cubischer Feldspath (Karsten)	3,081	Ki.
Silberweißer Feldspath	2,500	—
Agath	2,580	—
Strontionit	3,400	—
Zirkon	4,625	Kl.
Demantspath	3,710	—
Granit . . von	2,5388	Ki.
bis	2,9564	—
rother Egyptischer der Obelisken	2,654	—
grauer dito	2,7279	—
Porphyr	2,765	. . .
Pechsteinporphyr	2,452	Ki.
Thonporphyr	2,563	—
Hornblendeporphyr	2,972	Br.
Mandelstein (Werner)	2,354	Ki.
Kalkartig. Sandstein	2,5739	—
Grauwacke (Werner)	2,685	—
Trapp	2,720	Br.

Diamant.

Nach Kirwan	3,440 b. 3,550
Nach Muschenbroek	3,517
Nach Burja	3,400

6) Vulkanische Produkte.

Glasige Lava von	2,000	Ki.
bis	3,000	—
Vulkan. Schlacken	2,700	—
Zellige Lava	2,800	—
Dichte Lava	2,750	Ki.
Puzzolane	2,510	—
Bimstein . unter	1,000	—

7) Säuren, Salze und Metallkalke.

Gemeiner Alaunschiefer	2,388	Ki.
	2,490	Mu.
Alaunerde	1,7503	Ki.
Tafelförm. Steinsalz	2,143	Br.
Concentrirte Vitriolsäure	2,125	Be.
Gemeines Vitriolöhl	1,700	—
Concentr. Vitriolöhl	1,827	—
Gemeines Scheidewasser	1,300	B.T.
Concentrirte Salpetersäure	1,580	Be.
Concentr. Salzsäure	1,150	Be.
Flußspathsäure	1,500	—
Verglasete Phosphorsäure	2,687	—
Sedativsalz	1,480	—
Arseniksäure	3,391	—
Weißer Arsenik	3,706	Mu.
Glaubersalz	2,246	—
Salpeter	1,900	—
Gewachsener Salpeter	1,580	—
Rhomboidal-Salpeter	1,869	—

Reines Kochsalz .	1,918	Mu.	Alaun	1,714	Mu.
	2,120	B.T.	Bleizucker . . .	2,395	—
Digestivsalz . .	1,836	Mu.	Englischer Vitriol	1,880	—
Reiner sublimirter			Zinkvitriol . . .	1,900	—
Salmiak . . .	1,420	—	Grünspan	1,714	B.T.
Borax	1,720	—			

8) Brennbare Körper.

Naphta	0,729	Ki.	Braunkohle (veg.)	1,400	Fa.
gelbliche . . .	0,8475	Br.	Gagat	1,259	Br.
Bergöhl, Steinöhl	0,8983	—		1,744	Mu.
Erdpech	1,100	Ki.	Bernstein . . .	1,078	Br.
zähes	1,450	—	Ambra	0,780	—
erdiges . . .	2,070	—	Honigstein (Wer-		
schlackiges . .	1,070	—	ner) . . von	1,000	Ki.
Bergfett . . .	0,770	—	bis	2,000	—
Steinkohle . . .	1,400	—	Schwefel . von	1,990	—
Cannelkohle .	1,237	Wa.	bis	2,033	—
Schiefrige . .	1,426	Ki.	Schwefelkies,		
Unächte . . .	1,500	—	gemeiner . . .	3,900	Br.
Graphit (Werner)	1,987	—	Strahlkies . .	4,100	—
Suturbrand (vege-			Leberkies . .	3,477	—
tabilisch) . .	1,400	—			

9) Metallische Substanzen.

Platina	20,000	Si.	Gegossen Gold .	19,2581	Br.
	21,061	—	Nagyager Gold-		
	20,663	Ki.	erz . . .	8,910	Ki.
	20,980	Bo.	Gediegen Gold	12,000	—
Gold	19,640	Mu.	Silber	10,522	Be.
	19,257	Br.		11,095	—
	19,000	Le.		10,542	—
Holländische Du-				10,500	Bl.
katen	19,3519	Br.		10,470	—

Gehämm. Silber	10,510	Br.
Gemünztes Silber	10,535	B.T.
Gediegen Silber	10,338	Ki.
Hornartiges Silbererz	4,804	Ge.
Glaserz	7,215	—
Glanzerz	2,708	—
Rothgültig Erz	5,440	—
Kupfer	7,786	Ki.
Gehämmert. Kupfer	8,878	—
Japanisch. Kupfer	9,000	—
Schwedisch. Kupfer	9,324	Be.
Zu Drath gezogen	8,878	Bl.
Gediegen Kupfer	7,600	Ki.
Gestreifte Kupferlasur	3,608	Br.
Malachit, fasriger	3,571	—
——— dichter	3,653	Ki.
Ziegelkupfererz	3,572	Ge.
Kupferkies	4,160	—
Buntes Kupfererz	4,983	Ki.
Kupferglas (Werner)	5,565	Ge.
Eisen, gegossen	7,200	Ki.
Stabeisen	7,600	—
Stahl	7,780	—
Gehärteter Stahl	7,850	B.T.
Magnetischer Eisenstein	4,683	Ge.
Fasriger magnet. Eisenstein	3,275	—
Magnet. Eisensand	4,600	Ki.
Eisenglanz	5,158	Ge.
Brauner Glaskopf	3,789	—
Braun. Eisenstein	3,551	Ki.
Hämatit	4,740	Ge.
Dichter, rother Eisenstein	3,423	Ki.
Thonartiger Eisenstein	2,936	—
Spathiger Eisenstein	3,784	Ge.
Schmirgel	3,920	Br.
Tungsteinartiges Eisenerz	4,988	Ki.
Zinn, gegossenes aus Cornwall	7,291	—
Gehämmertes	7,299	—
Malaccisches	7,306	Br.
Englisches	7,170	Wa.
Sächsisches	7,271	Ge.
Zinnstein, gemein.	6,880	—
Holzzinn	6,450	Blu.
Zinnkies	4,350	Ki.
Blei	11,352	Br.
Sächsisches	11,445	Ge.
Weißes Bleierz	6,250	—
Zerreibl. Bleierze	5,461	—
Rothe Bleierde (Werner)	5,545	Ki.
Grünes Bleierz (Werner)	6,593	Ge.
	6,270	Kl.
Arsenikalischphosphorsaures Blei	6,8465	Br.
Gelbes Bleierz	5,092	Hat.
Rothes Bleierz	6,0269	Br.
Bleiglanz	7,290	Ge.

Bleischweif . .	6,886	Ge.
Blaues Bleierz .	5,461	—
Schwarz. Bleierz	5,770	—
Quecksilber . . .	13,568	Br.
Quecksilberlebererz	7,937	Ge.
Dunkelrother Zinnober . . .	10,1285	Br.
Glänzendrother Zinnober . .	5,419	Ge.
Zink	6,862	Ki.
Gehämmert . .	7,1908	Br.
Dichter Gallmey	2,585	Ki.
Zinkspath . .	3,5236	Br.
Gelbe Blende .	4,044	Ge.
Braune Blende	3,770	—
Schwarze Blende	3,930	—
Spießglanzkönig .	6,860	Be.
	6,702	Br.
Dichtes, graues Spießglanzerz	2,999	Ki.
Blättriges . .	4,368	—
Gestreiftes . .	4,229	Ge.
Rothes . . .	4,700	Ki.
Arsenikkönig . .	8,310	Mu.
Scherbenkobald	5,670	Ki.
Markasit . . .	5,753	Ge.
Arsenikkies, Weißerz (Werner)	4,087	Ki.
Arsenikkalk . .	3,700	—
Opperment . .	3,521	Ge.
Rauschgelb . .	3,3348	Br.
Wißmuth . . .	9,756	Ge.
Gediegener . .	9,022	Br.
Wißmuthglanz	6,4672	—

Kobaltkönig . .	7,645	Ge.
Graues Kobalterz	4,360	Ki.
Weißes Kobalterz	6,284	—
Verhärtet. Kobalt	2,019	Ge.
Gelber Erdkobalt	2,677	Ki.
Nickelkönig . . .	9,3333	Be.
Kupfernickel .	6,6068	Br.
Braunsteinkönig .	6,850	Be.
Graues Braunsteinerz . .	4,249	Br.
Verhärtet. Braunsteinocher . .	3,7076	—
Weißer Braunsteinkalk . .	2,794	Ki.
Rothes Braunsteinerz . .	3,233	—
Uranmetall . .	6,440	Bl.
Geschwef. Uranium	7,500	Kl.
Tungsteinmetall	17,600	d'El.
Weiße Zinngraupen	6,065	Br.
Braun. Tungstein	5,570	Kl.
Wolfram . .	7,842	v. L.
Wasserblei, Molybdän	6,000	Br.
Bleierz der Schweden	4,569	Ka.
Tellurmetall . .	6,113	Kl.
Geschmolzenes .	6,343	Ki.
Menachanit . .	4,427	—
Titanium . . .	4,180	Kl.
Titanerz . . .	3,510	—
Chromium	.	.
Tantalum . . .	6,500	. . .

10) Kunstprodukte des Mineralreichs.

Messing	8,395	Br.	Gemeines grünes		
	8,000	B.T.	Glas	2,666	Mu.
Engl. Krystallglas	3,150	Mu.	Flintglas . . .	3,329	Br.
Weißes Glas . .	2,892	Br.	Chinesis. Porzellän	2,384	—
Venetianisches Glas	1,591	Mu.	Ziegelstein . . .	2,000	B.T.

11) Thierische Fette und Oehle.

Rindertalg . . .	0,955	Mu.	Weißes Wachs .	0,966	Mu.
Hammeltalg . .	0,943	—	Butter	0,942	. . .
Schweineschmalz	0,954	—	Walrath	0,943	. . .
Gelbes Wachs .	0,960	—			

12) Thierische Substanzen.

Elfenbein	1,825	. . .	Honig	1,450	B.T.
Wallroßzahn . .	1,933	. . .	Tischlerleim . .	1,111	—
Rothe Korallen .	2,698	. . .	Menschenblut . .	1,040	—
Orientalische Perlen	2,750	. . .	Menschenurin . .	1,030	—
Krebssteine . . .	1,890	. . .	Menschenmilch .	1,061	. . .
Hühnerei	1,090	. . .	Menschengalle .	1,042	. . .
Kuhmilch	1,030	B.T.	Phosphorus . .	1,714	Gr.
Ziegenmilch . .	1,030	—			

13) Geistige und gegohrne Flüssigkeiten.

Alkohol	0,815	Mu.	Mallaga . . .	1,015	Mu.
Vitrioläther . .	0,732	—	Rother Kapwein .	1,018	—
Höchst gereinigter			Weißer Kapwein	1,039	—
Weingeist . .	0,791	. . .	Pontak	1,993	—
Weißer Franzwein	1.020	Mu.	Champagner . .	0,962	—
Frontignac . . .	1,008	—	Moseler	0,916	—

Rheinwein . . .	0,999	Mu.	Bier	1,019	B.T.
Burgunderwein .	0,991	. . .	Destillirter Essig .	1,011	Mu.
	0,992	B.T.		1,017	B.T.
Branntwein . .	0,985	. . .	Bieressig . . .	1,034	—

14) Aetherische und fette Oehle.

Nelkenöhl . . .	1,034	Mu.	Lavendelöhl . .	0,893	. . .
Pomeranzenöhl .	0,888	—	Baumöhl . . .	0,913	Mu.
Zimmtöhl . . .	1,035	—	Leinöhl	0,928	Bs.
Sassafrasöhl . .	1,094	—		0,932	B.T.
Rosmarinöhl . .	0,934	—	Rübsamenöhl . .	0,902	Bs.
Fenchelöhl . . .	0,997	—	Cacaobutter . .	0,910	—
Wacholderöhl . .	0,911	—	Weißes Mohnöhl	0,922	—
Krausemünzenöhl	0,975	—	Süßes Mandelöhl	0,928	Mu.
Terpentinöhl . .	0,792	—		0,911	Bs.
	0,870	B.T.			

15) Gummi, Harze, Gummiharze und vegetabilische Säuren.

Arabisches Gummi	1,375	B.T.	Assa fötida . . .	1,327	. . .
Gummi Traganth	1,316	Mu.	Gummi elasticum	0,933	. . .
Sandarack . . .	1,092	. . .	Kamphor . . .	0,996	Mu.
Mastix	1,074	. . .	Aloe	1,777	B.T.
Storax	1,109	. . .	Opium	1,363	—
Copal	1,045	. . .	Indigo	0,769	. . .
Drachenblut . .	1,218	. . .	Pech	1,150	Mu.
Gummilack . . .	1,139	. . .	Rother Weinstein	1,849	—
Gummigutte . .	1,221	. . .	Weißer Zucker .	1,606	—

16) Hölzer.

Schlangenholz .	1,634	. . .	Buxbaumholz . .	1,328	Mu.
Weißdorn . . .	1,575	. . .		1,031	B.T.
Aloeholz . . .	1,358	. . .	Cedernholz . . .	1,315	Mu.
Franzosenholz . .	1,333	Mu.		0,600	B.T.

Ebenholz	1,209	Mu.	Erlenholz	0,800	Mu.
	1,177	B.T.	Apfelholz	0,793	—
Griesholz	1,200	Mu.	Pflaumenholz . .	0,785	—
Altes Eichenholz .	1,166	—	Ahornholz	0,755	—
Rosenholz	1,132	. . .	Eschenholz . . .	0,734	—
Citronenholz . .	1,129	. . .	Kirschenholz . .	0,715	B.T.
Rothes Nadelholz	1,128	Mu.	Pomeranzenholz .	0,705	. . .
Rothes Sandelholz	1,128	. . .	Birkenholz . . .	0,661	. . .
Rhodiserholz . .	1,125	Mu.	Birnenholz . . .	0,661	Mu.
Mahagoniholz .	1,063	—	Nußbaumholz . .	0,631	B.T.
Weißes Nadelholz	1,041	—	Lindenholz	0,604	Mu.
Weißes Sandelholz	1,041	. . .	Haselnholz . . .	0,600	—
Brasilienholz . .	1,031	Mu.	Ulmenholz . . .	0,600	—
Fernambuckholz .	1,014	—	Rüsternholz . .	0,600	. . .
Eichenholz v. Stamm	0,929	—	Weidenholz . .	0,585	Mu.
	0,925	B.T.	Wacholderholz .	0,556	—
Campecheholz . .	0,913	Mu.	Tannenholz . .	0,550	—
Eichenholz vom Aste	0,870	—	Sassafraßholz . .	0,482	—
Büchenholz . .	0,852	—	Pappelholz . . .	0,383	—
Berberitzenholz .	0,850	. . .	Kork	0,240	—
Mastixholz . . .	0,849	. . .	Holzkohle . . .	0,280	—
Gelbes Sandelholz	0,809	Mu.	Holzasche . . .	0,930	B.T.

17) Getraide, Mehl.

Waizen	0,757	B.T.	Waizenmehl . .	0,495	B.T.
Gerste	0,658	—	Roggenmehl . .	0,454	—
Hafer	0,472	—			

18) Mineralische Brunnen. (Deutschland, Schweiz.)

Saidschützer Bitterwasser . . .	1,0187	Br.	Pyrm. Badebrunnen	1,004	We.
Pyrmonter Bitterbrunnen . . .	1,0133	Be.	—— Brodel .	1,0042	. . .
			—— Säuerling	1,001	. . .
			Selterwasser . .	1,0027	Be.

Rothenburg an der Tauber . . .	0,980½	. . .
Lüneburger Sole .	1,220	. . .
Pyrmonter Sole, ungradirt . . .	1,0239	. . .
Bentheimer Schwefelwasser . . .	1,0272	. . .
Meinberger Schwefelwasser	1,061	. . .
—— Trinkbrunn.	1,0012	We.
—— Salzwasser	1,00402	—
Limmerwasser . .	1,0003	. . .
Alacher in Thüringen	1,000½	. . .
Schwalbacher . .	1,001	. . .
Geilenauer . . .	1,004	Am.
Carlsbader . . .	1,008	Bch.
Eger	1,0052	. . .
Driburger . . .	1,00401	. . .
Schwalheimer .	1,0022	Ge.
Pfeffersbad in der Schweiz . . .	1,0004	. . .
La Poudriere bei Lausanne . .	1,004	. . .
Weissenburg im Canton Bern .	1,007	. . .
Yverdon in Pais de Vaux	1,0015	. . .
Nieder-Baden in der Grafschaft Baden	1,00¾	. . .

19) Wasser.

Seewasser . . .	1,030	B.T.
Flußwasser . . .	1,009	—
Regenwasser . .	1,000	Mu.
Brunnenwasser .	0,999	B.T.
Destillirtes Wasser	0,993	B.T.
Siedend Wasser .	0,963	—
Eis	0,916	Mu.

20) Luft.

Atmosphärische Luft 0,001

21) Gasarten.

Sauerstoffgas. Säure zeugendes Gas. (Hermbstädt.) (Dephlogistisirte Luft.)

Nach Priestley wie 187 : 165.
- Fontana - 160 : 152.
- de la Methrie - 17 : 16.

Kohlengesäuertes Gas. Kohlensäure. (Hermbstädt.) (Fixe Luft.)

Nach Bergmann 3 : 2.
- Lavoisier 561 : 455.

Stickgas. Azotisches Gas. (Hermbstädt.) (Mephitische Luft.)
675 : 730 = 27 : 28.

Wasserstoffgas. Wasserzeugendes Gas. (Hermbstädt.) (Leichte, brennbare Luft.)

Nach Cavendish . . . 10 mahl leichter.
" Fontana . . . 15 " "
" Sigaud de la Fond 6 " "
Mittelzahl 1 : 12,36.

Sumpfluft, (schwere, brennbare Luft), leichter als die atmosphärische, aber viel schwerer als die vorige.

Salpetergas. Oxidirter Salpeterstoff. (Hermbstädt.) (Nitröse Luft.)

Nach Priestley . . . wie 716 : 717.
" Sigaud de la Fond " 184 : 185.
" de la Methrie . " 349 : 360.
" Fontana . . . " 399 : 385.

Geschwefeltes Wasserstoffgas. Gasförmiger, sulphurisirter Wasserstoff. (Hermbstädt.) (Hepatische Luft.)
Unbestimmt.

Phosphorgas. Gasförmiger, phosphorisirter Wasserstoff. (Hermbstädt.) (Phosphorluft.)
. . . . 21 : 10.

Ammoniakgas. (Urinöse Luft.)
Nach Fontana wie 7 : 15.

Kochsalzsaures Gas. Salzsäure. (Seesalzsaure Luft.)
Nach Fontana wie 3 : 2.

Spathsaures Gas. (Flußspathsaure Luft.)
Nach Fontana wie 3 : 1.

Salpetersaures Gas. (Unvollkommne Salpetersäure in Dampfgestalt.)
Unbestimmt.

Vitriolsaures Gas. (Unvollkommne Schwefelsäure in Dampfgestalt.) Nach Fontana wie 2 : 1.

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Wadzeck, Friedrich,

Briefe an meine jungen Freunde über Naturkunde ein Lesebuch zum Selbstunterricht ; mit deutlichen und erklärenden Abbildungen der vorzü glichsten Werkzeuge, Maschinen und Instrumente, die beim Vortrage der Physik gebraucht werden

Berlin 1806

Phys.sp. 708 n
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10134984-5